

**IDENTIFIKASI KARAKTER PADA PLAT NOMOR KENDARAAN
MENGUNAKAN FUZZY C-MEANS DENGAN FITUR FREEMAN
CHAIN CODE**

SKRIPSI

**OLEH
PAULANA MEGA SILVANA
NIM. 15610031**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**IDENTIFIKASI KARAKTER PADA PLAT NOMOR KENDARAAN
MENGUNAKAN FUZZY C-MEANS DENGAN FITUR FREEMAN
CHAIN CODE**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh
Paulana Mega Silvana
NIM. 15610031**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**IDENTIFIKASI KARAKTER PADA PLAT NOMOR KENDARAAN
MENGUNAKAN FUZZY C-MEANS DENGAN FITUR FREEMAN CHAIN CODE**

SKRIPSI

Oleh
Paulana Mega Silvana
NIM. 15610031

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 30 Oktober 2019

Pembimbing I,



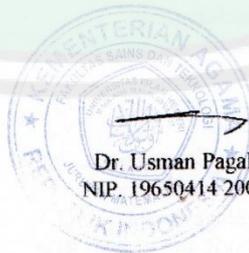
Hisyam Fahmi, M.Kom
NIP. 19890727 20180201 1237

Pembimbing II,



M. Nafie Jauhari, M.Si
NIPT. 19870218 20160801 1056

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

**IDENTIFIKASI KARAKTER PADA PLAT NOMOR KENDARAAN
MENGUNAKAN FUZZY C-MEANS DENGAN FITUR FREEMAN
CHAIN CODE**

SKRIPSI

Oleh
Paulana Mega Silvana
NIM. 15610031

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Tanggal 10 Desember 2019

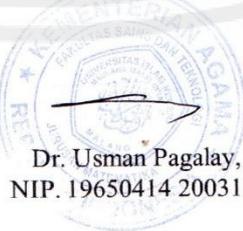
Penguji Utama : Muhammad Khudzaifah, M.Si

Ketua Penguji : Mohammad Jamhuri, M.Si

Sekretaris Penguji : Hisyam Fahmi, M.Kom

Anggota Penguji : M. Nafie Jauhari, M.Si

Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Paulana Mega Silvana

NIM : 15610031

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Identifikasi Karakter pada Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Fuzzy C-Means dengan Fitur Freeman Chain Code

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 30 Oktober 2019
Yang membuat pernyataan,



Paulana Mega Silvana
NIM. 15610031

MOTO

“Whats important is just one thing is having a dream”

(AZU)



PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Kedua orang tuaku yang telah memberikan do'a dan kasih sayang, semangat dan motivasi dan banyak hal yang menjadi bekal utamaku, selanjutnya untuk adik-adikku yang selalu memberikan semangat untuk berjuang serta penulis yang telah berjuang menyelesaikan skripsi ini.



KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Swt yang selalu melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Karakter pada Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Fuzzy C-Means dengan Fitur Freeman Chain Code” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan terutama kepada:

1. Prof. Dr. Abd. Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku ketua jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Hisyam Fahmi, M.Kom, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi, dan pengalaman berharga kepada penulis.

5. M. Nafie Jauhari M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan berbagi ilmunya kepada penulis.
6. Dr. H. Turmudi, M.Si, Ph.D, selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi dan arahan kepada penulis.
7. Segenap civitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya.
8. Ayah dan Ibu serta saudara tercinta yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi sampai saat ini.
9. Teman-teman mahasiswa Jurusan Matematika angkatan 2015 yang berjuang bersama-sama untuk meraih mimpi, terima kasih atas motivasi dan kenangan indah yang dirajut bersama, terutama Kurnia Shinta selaku sahabat baik yang selalu mendukung dan memberikan doa dalam pembuatan skripsi ini.
10. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materil.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat, kebarokahan, dan karunia-Nya kepada kita semua. Selain itu, penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya. *Aamiin Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Malang, 30 Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
ملخص.....	xv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Logika Fuzzy.....	7
2.2 Fuzzy <i>Clustering</i>	8
2.3 Fuzzy C-Means (FCM)	8
2.4 Citra Digital.....	14
2.5 Citra <i>Grayscale</i>	15
2.6 Citra Biner	15
2.7 Segmentasi Citra	17
2.8 Metode Thresholding	17

2.9	Freeman Chain Code	18
2.10	K-Nearest Neighbor	19
2.11	Pengelompokkan dalam Islam	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Tahapan Penelitian	23
3.2	Tahapan Segmentasi Menggunakan Fuzzy C-Means	24
3.1.1	Gambar Plat	24
3.1.2	Pra-Proses	24
3.3	Tahapan Ekstraksi dan Identifikasi dengan Fitur Freeman Chain Code	28
3.4	Desain GUI	33
3.5	Tahapan Pencarian Akurasi dengan Metode K-Nearest Neighbor	34

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Perhitungan Manual Fuzzy C-Means	37
4.2	Hasil Identifikasi dari Ekstraksi Fitur Freeman Chain Code	41
4.3	Analisis Perbandingan Hasil Akurasi	42

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	46

DAFTAR RUJUKAN	47
-----------------------------	----

RIWAYAT HIDUP

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Data Contoh Kasus FCM.....	11
Tabel 2.2 Tabel Perubahan Matriks Partisi U	14
Tabel 2.3 Tabel Kelebihan dan Kekurangan KNN	19
Tabel 3.1 Tabel Nilai Kode Mata Angin.....	30
Tabel 3.2 Perbandingan Hasil Kode Rantai	31
Tabel 3.3 Hasil Transformasi Matriks	31
Tabel 3.4 Hasil Eliminasi Angka Frekuensi Satu (1).....	32
Tabel 3.5 Hasil Perhitungan Normalisasi 8 Arah.....	32
Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Normalisasi 4 Arah.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Citra Biner	16
Gambar 2.2 Gambar Arah Mata Angin Freeman Chain Code.....	18
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	23
Gambar 3.2 Tahapan Segmentasi Menggunakan FCM	24
Gambar 3.3 Contoh gambar plat nomor kendaraan	25
Gambar 3.4 Plat Nomor Grayscale	25
Gambar 3.5 Hasil Pemotongan Tiap Karakter	27
Gambar 3.6 Hasil Thinning.....	28
Gambar 3.7 Tahapan Ekstraksi Fitur dengan FCC	28
Gambar 3.8 Pencarian Titik Awal.....	29
Gambar 3.9 Penelusuran Piksel dengan FCC 4 Arah	29
Gambar 3.10 Penelusuran Piksel dengan FCC 8 Arah	29
Gambar 3.11 Gambar Hasil Pencarian Koordinat x, y (a) Kiri: 8 Arah; (b) Kanan : 4 Arah;.....	30
Gambar 3.12 Desain GUI.....	34
Gambar 3.13 Contoh Data Kode Rantai 4 Arah	34
Gambar 4.1 Hasil Identifikasi	41
Gambar 4.2 Contoh Gambar Identifikasi Salah	42
Gambar 4.3 Contoh Gambar Tidak Bisa Teridentifikasi	42

ABSTRAK

Silvana, Paulana Mega. 2019. **Identifikasi Karakter pada Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Fuzzy C-Means dengan Fitur Freeman Chain Code**. Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Hisyam Fahmi, M.Kom, (II) M. Nafie Jauhari, M.Si

Kata kunci: Fuzzy c-means, Freeman chain code, K-nearest neighbor, Pengenalan karakter

Pengenalan karakter dalam bentuk citra menjadi sangat berkembang, dengan banyaknya metode yang dapat mengenali karakter dengan baik. Penelitian ini mensegmentasi citra plat nomor kendaraan dengan fuzzy c-means. Segmentasi karakter ini dapat memudahkan dalam pengenalan karakter dimana fitur dalam tiap karakter akan diekstrak dengan fitur freeman chain code. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi karakter pada plat nomor kendaraan dan membandingkan hasil akurasi dari fitur freeman chain code 4 arah dan 8 arah. Metode yang digunakan dalam membandingkan hasil akurasi fitur yaitu metode k-nearest neighbor. Citra yang akan diidentifikasi akan melalui pra-proses, yaitu *grayscale*, segmentasi menggunakan fuzzy c-means, binerisasi dan *thinning*. Selanjutnya, segmen citra akan di ekstrak menggunakan fitur freeman chain code menjadi kode rantai 4 arah dan 8 arah. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini menyatakan bahwa fitur freeman chain code dapat mengekstrak citra dengan sangat baik. Akurasi yang dihasilkan dari fitur freeman chain code 4 arah sebesar 86% dan dari fitur freeman chain code 8 arah sebesar 95%.

ABSTRACT

Silvana, Paulana Mega. 2019. **Character Identification on Vehicle Number Plates using Fuzzy C-Means with Freeman Chain Code Features**. Thesis. Mathematics Department, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisors: (I) Hisyam Fahmi, M.Kom, (II) M.Nafie Jauhari, M.Si

Keywords: Fuzzy c-means, Freeman chain code, K-nearest neighbor, Character recognition

Character recognition in the form of images has become very developed, with many methods that can recognize characters well. This study segmented the vehicle number plate image with fuzzy c-means. This character segmentation can facilitate the character recognition where the features in each character will be extracted with freeman chain code features. The purpose of this study is to identify the characters on the vehicle number plate and compare the accuracy results of the 4-way and 8-way freeman chain code features. The method used in comparing the results of feature accuracy is k-nearest neighbor method. The image to be identified will go through a pre-process, namely grayscale, segmentation using fuzzy c-means, binaryzation and thinning. Furthermore, the image segment will be extracted using the freeman chain code feature into a 4-way and 8-way chain code. The results obtained from this study stated that the freeman chain code feature can extract images very well. The accuracy resulting from the 4-way freeman chain code feature is 86% and from the 8-way freeman chain code feature is 95%.

ملخص

سيلفانا ، بولانا ميغا .2019. تحليل حل نظام المعادلات الخطية غامض مع أرقام غامضة مثلث باستخدام طريقة غاوس الأردن .أطروحة .قسم الرياضيات ، كلية العلوم والتكنولوجيا ،جامعة الدول الإسلامية في مولانا مالك إبراهيم مالانج .
المستشارون :هشام فهمي ماجستير (1)محمد نافع جوهرى ماجستير(2)

كلمات البحث :غامض يعني ، رمز سلسلة فريمان ، خء أقرب جار ، التعرف على الأحرف

أصبح التعرف على الحروف في شكل صور متطوراً للغاية ، مع العديد من الطرق التي يمكنها التعرف على الأحرف بشكل جيد .هذه الدراسة مجزأة صورة لوحة رقم السيارة مع وسائل غامض يمكن لتقسيم الحروف هذا أن يسهل التعرف على الحروف حيث سيتم استخراج الميزات الموجودة في كل حرف من خلال ميزات كود سلسلة فريمان .
الغرض من هذه الدراسة هو تحديد الشخصيات الموجودة على لوحة رقم السيارة ومقارنة نتائج الدقة لميزات سلسلة فريمان ذات الاتجاهين و 8 اتجاهات .الطريقة المستخدمة في مقارنة نتائج دقة الميزة هي الطريقة المجاورة ك .سوف تمر الصورة التي سيتم تحديدها من خلال عملية ما قبل المعالجة ، وهي تدرج الرمادي ، والتجزئة باستخدام وسائل غامض ، وثنائي وترقق .علاوة على ذلك ، سيتم استخراج مقطع الصورة باستخدام ميزة كود سلسلة فريمان في كود سلسلة من 4 اتجاهات و 8 اتجاهات .ذكرت النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة أن ميزة رمز سلسلة فريمان يمكن استخراج الصور بشكل جيد للغاية .تبلغ الدقة الناتجة عن ميزة رمز سلسلة فريمان اتجاهات % 86ومن ميزة رمز سلسلة فريمان 8 اتجاهات هي % 95

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah kendaraan, terutama mobil, membuat semakin padatnya arus lalu lintas. Sehingga, pengenalan karakter dalam citra digital pada plat nomor menjadi penting. Plat nomor merupakan identitas dari kendaraan, maka sistem pengenalan karakter plat nomor digunakan untuk mendukung ketertiban lalu lintas, mengetahui pemilik kendaraan, dan juga pengaturan area parkir. Allah swt berfirman dalam al-Qur'an pada surat al-Hujurat ayat 13 yang artinya:

“Hai manusia, sesungguhnya Kami menciptakan kamu dari seorang laki-laki dan seorang perempuan dan menjadikan kamu berbangsa-bangsa dan bersuku-suku supaya kamu saling kenal-mengenal. Sesungguhnya orang yang paling mulia diantara kamu disisi Allah ialah orang yang paling takwa diantara kamu. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui lagi Maha Mengenal.”

Manusia diciptakan untuk sebagai makhluk sosial dan tidak dapat hidup sendiri, dimana manusia memiliki kebutuhan dan kebutuhan tersebut membutuhkan bantuan dari manusia lain. Sehingga mereka saling berinteraksi untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Adanya interaksi tersebut, menjadi sebuah tradisi untuk mengenal manusia lainnya. Semakin banyak mengenal dengan manusia lain, maka untuk memenuhi kebutuhan tersebut juga meningkatkan keberhasilan dalam pemenuhan kebutuhan. Sehingga, pengenalan merupakan hal dasar terpenting untuk saling memenuhi kebutuhan dan saling memberikan manfaat satu sama lain.

Sistem pengenalan karakter pada plat nomor, dapat dilakukan dengan menggunakan metode pengenalan pola atau *pattern recogniton* (Bow, 2002). Salah satu bagian dari *pattern recogniton* adalah *fuzzy clustering* (Sawakare, Deshmukh, & Shrishrimal, 2015). *Fuzzy clustering* bertujuan untuk

mengelompokkan berdasarkan kemiripan dari suatu karakteristik dari *cluster* atau kelompok tersebut.

Fuzzy c-means pertama kali diperkenalkan oleh J.C. Bezdek pada tahun 1981 dimana penggunaannya sangat efektif dalam pengelompokan atau *clustering*, karena dapat mengelompokkan dengan data yang banyak (Thiang, 2011). Metode ini mampu mengelompokkan sebuah citra atau gambar dalam bentuk sebuah nilai atau derajat keanggotaan.

Sistem yang dibangun untuk pengenalan karakter dalam plat nomor menggunakan fitur freeman chain code sebagai salah satu fitur pada karakter plat nomor. Freeman chain code berfungsi untuk mengekstraksi fitur pada suatu karakter yang terhubung oleh garis-garis berdasarkan arah mata angin atau disebut *neighbors* (Abidin, AzZuhri, & Arnia, 2018). *Neighbors* adalah deretan angka yang menggambarkan pola dari objek.

Penelitian rujukan yang digunakan adalah penelitian oleh (Abdullah & Putra, 2017) yang menggunakan metode fuzzy c-means untuk perbaikan kualitas segmen pada citra plat nomor dengan metode *Otsu*, dimana metode *Otsu* ialah perhitungan nilai ambang atau *threshold T* secara otomatis berdasarkan input atau masukan citra. Hasil penelitiannya yaitu algoritma fuzzy c-means-*Otsu* menghasilkan data matriks dan gambar yang signifikan karena hasil iterasi dari fuzzy c-means dapat diolah dengan metode *Otsu*. Tetapi, sebaliknya algoritma *Otsu*- fuzzy c-means tidak berhasil karena nilai binerisasi dari algoritma *Otsu* dapat mengelompokkan sesuai dengan nilai ambang *T*, sehingga algoritma fuzzy c-means tidak dapat menghitung nilai iterasinya.

Penelitian dengan fitur freeman *chain code* oleh (Abidin et al., 2018) yang melakukan pengenalan karakter plat nomor dengan gabungan metode zoning, menghasilkan klasifikasi 108 citra karakter plat nomor dengan metode SVM (*Support Vector Machines*). Penelitian ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata akurasi yang lebih baik dengan 8 zona arah mata angin atau *neighbours* yaitu 87%. Penelitian lain juga dilakukan oleh (Afrianto & Riyanda, 2018) dengan fitur freeman *chain code* dengan mengidentifikasi huruf arab melayu yang dapat menghasilkan ekstraksi ciri dari tulisan huruf arab dengan akurasi sebesar 78%.

Permasalahan dalam pengenalan karakter tentunya memiliki cara untuk diselesaikan. Walaupun pengenalan karakter pada plat nomor ini sudah banyak dibahas, tetapi banyak dari penelitian masih mencoba beberapa metode agar akurasi menjadi lebih baik lagi. Sehingga penulis ingin menggabungkan metode fuzzy c-means dengan fitur freeman *chain code* dalam pengenalan karakter pada plat nomor kendaraan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tahapan segmentasi karakter dalam plat nomor kendaraan menggunakan fuzzy c-means?
2. Bagaimana tahapan dan hasil identifikasi karakter dalam plat nomor kendaraan menggunakan fuzzy c-means dengan ekstraksi fitur freeman *chain code*?
3. Bagaimana perbandingan akurasi antara fitur freeman *chain code* 4 mata arah angin dan 8 arah angin dalam karakter plat nomor kendaraan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1. Menjabarkan tahapan segmentasi karakter dalam plat nomor kendaraan menggunakan fuzzy c-means.
2. Menjabarkan tahapan dan hasil identifikasi karakter dalam plat nomor kendaraan menggunakan fuzzy c-means dengan fitur freeman *chain code*.
3. Menganalisis hasil perbandingan akurasi antara fitur freeman *chain code* mata angin 4 arah angin dan 8 arah angin dalam karakter plat nomor kendaraan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu:

1. Bagi Penulis

Menambah wawasan dan pengalaman tentang cara mengidentifikasi karakter menggunakan metode fuzzy c-means dan ekstraksi fitur freeman *chain code*.

2. Bagi Mahasiswa

Menambah informasi dalam perkembangan dalam identifikasi karakter dengan menggunakan fuzzy c-means dan fitur freeman *chain code* yang dapat dijadikan sebagai bahan rujukan untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini masalah dibatasi pada beberapa hal berikut:

1. Dalam melakukan penelitian identifikasi citra dengan metode fuzzy c-means menggunakan citra kendaraan mobil pribadi dimana font masih standard dan tidak dalam modifikasi.

2. Gambar plat nomor dengan *background* berwarna diambil dari foto google dan plat nomor dengan *background* hitam diperoleh dari pengambilan gambar menggunakan kamera digital.

1.6 Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini menggunakan *study literature* dan uji coba data gambar plat nomor. dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pengumpulan gambar atau citra plat nomor kendaraan.
2. Melakukan pra-proses, yang terdiri dari: *grayscale*, segmentasi, binerisasi dan *thinning*.
3. Segmentasi plat nomor kendaraan menggunakan fuzzy c-means.
4. Hasil segmentasi dengan fuzzy c-means, dilanjutkan dengan memotong setiap karakter.
5. Mengekstraksi fitur atau pembacaan dan penelusuran piksel menggunakan fitur freeman *chain code* dengan 4 arah mata angin dan 8 arah mata angin.
6. Menganalisis perbandingan hasil dari ekstraksi fitur freeman *chain code* 4 arah dan 8 arah dengan *k-nearest neighbor*.

1.7 Sistematika Penulisan

Penelitian ini menggunakan sistematika penulisan yang terdiri dari empat bab dan masing-masing bab dibagi dalam subbab dengan sistematika penulisan berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini meliputi: latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka

Bab ini terdiri dari teori-teori yang digunakan untuk mendukung pembahasan dan menjawab rumusan masalah. Kajian Pustaka dalam penelitian ini meliputi: pengertian logika fuzzy, fuzzy *clustering*, metode fuzzy c-means, citra digital, citra *grayscale*, citra biner, segmentasi citra, metode *thresholding*, freeman *chain code*, *k-nearest neighbor* dan pengelompokan dalam Islam.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang tahapan segmentasi dengan metode fuzzy c-means, tahapan ekstraksi fitur dengan freeman *chain code* dan tahapan analisis akurasi dengan *k-nearest neighbor*.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi pembahasan tentang hasil identifikasi karakter dan hasil perbandingan akurasi fitur freeman *chain code* 4 arah dan 8 arah.

Bab V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari pembahasan yang telah dilakukan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan presentasi dari setiap kondisi dengan mewakili pikiran manusia, yang mempunyai nilai benar dan tidak benar secara bersamaan. Tingkat nilai benar atau tidak dapat terlihat pada nilai derajat keanggotan antara 0 hingga 1 (Hung T. Nguyen & Prasad, 2003). Logika fuzzy dapat mengubah nilai menjadi bahasa linguistik atau bahasa tidak tegas, misalkan, suhu dalam ruangan, dingin, sedang dan panas.

Beberapa alasan atau konsep dalam menggunakan logika fuzzy diantaranya (Kusumadewi,S., Purnomo, 2010):

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika fuzzy bersifat fleksibel, dalam arti dapat dibangun dan dikembangkan dengan mudah.
3. Logika fuzzy memberikan toleransi terhadap ketidakpastian data.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Pengetahuan atau pengalaman dapat dengan mudah dipakai untuk membangun logika fuzzy.
6. Logika fuzzy dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

2.2 Fuzzy Clustering

Definisi *clustering* yaitu mengacu pada mengidentifikasi jumlah dari subkelas dari *cluster c* dalam data semesta X terdiri dari n banyaknya sampel data dan mempartisi X menjadi c *cluster*, ($2 \leq c < n$) (Ross & Timothy J. Ross, 2017).

Fuzzy *clustering* merupakan salah satu metode untuk menentukan *cluster* yang optimal pada jarak pasangan vektor dalam ruang vektor berdasarkan bentuk normal euclidian. Dalam metode fuzzy *clustering*, beberapa titik data akan mendapatkan *multiple cluster*, dan setiap elemen mempunyai nilai keanggotaan yang menunjukkan ketidakcocokan dengan *cluster* tersebut (Ross & Timothy J. Ross, 2017).

Keunggulan utama dari fuzzy *clustering*, dapat memberikan hasil pengelompokan terhadap objek-objek yang tersebar secara tidak teratur karena jika terdapat suatu data yang penyebarannya tidak teratur maka kemungkinan suatu titik data mempunyai sifat atau karakteristik dari *cluster* lain. Sehingga pembobotan dilakukan untuk kecenderungan titik data terhadap *cluster* (Sanusi et al., 2016).

2.3 Fuzzy C-Means (FCM)

Fuzzy c-means (FCM) adalah suatu metode pengelompokan data dimana setiap data dalam *cluster* ditentukan oleh nilai keanggotaannya. Tahap awal pengelompokan data dengan menentukan pusat *cluster* untuk setiap *cluster*. Tetapi, pada kondisi awal pusat *cluster* belum akurat sehingga pusat *cluster* akan menjalani perbaikan hingga pusat *cluster* berada pada titik yang benar. Setiap titik data memiliki nilai keanggotaan untuk setiap *cluster*, agar mendapatkan nilai yang tepat

maka membutuhkan perbaikan nilai keanggotaan hingga menempati *cluster* yang sesuai (Kusumadewi,S., Purnomo, 2010).

Algoritma fuzzy c-means sebagai berikut (Kusumadewi,S., Purnomo, 2010):

1. Input data yang akan di*cluster* yaitu X , berupa matriks berukuran $n \times m$ (n =jumlah data, m =atribut setiap data), i = data ke- i ($i = 1,2, \dots, n$), atribut ke- j ($j = 1,2, \dots, m$).
2. Menentukan:
 - a. Jumlah *cluster* (c) ialah banyaknya *cluster* yang akan dibentuk sesuai dengan kebutuhan.
 - b. Pangkat (w) ialah nilai eksponen.
 - c. Maksimum Iterasi (MaxIter) ialah batas pengulangan atau *looping*. *Looping* akan berhenti jika nilai maksimal iterasi sudah tercapai.
 - d. *Error* Terkecil (ξ) ialah batasan nilai yang membuat perulangan akan berakhir setelah didapatkan nilai *error* yang diharapkan.
 - e. Fungsi objektif awal ($P_0 = 0$) ialah suatu fungsi yang akan dioptimumkan (maksimum atau minimum), nilai 0 berarti untuk mendapatkan nilai minimum.
 - f. Iterasi awal ($t = 1$) ialah pada perulangan keberapa program akan dimulai.
3. Membangkitkan bilangan random $\mu_{ik}, \mu =$ nilai derajat keanggotaan, $i = 1,2, \dots, n; k = 1,2, \dots, c$; sebagai elemen-elemen matrik partisi awal U , dengan jumlah setiap nilai elemen kolom dalam satu baris adalah 1.

$$\sum_{k=1}^c \mu_{ik} = 1 \quad (2.1)$$

dimana menghitung jumlah setiap kolom (atribut) :

$$Q_j = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \quad (2.2)$$

dengan $i = 1, 2, \dots, n$; dan $j = 1, 2, \dots, m$.

4. Menghitung pusat *cluster* ke- k : V_{kj} dengan $k = 1, 2, \dots, c$; dan $j = 1, 2, \dots, m$.

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (2.3)$$

5. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke- t , P_t :

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \quad (2.4)$$

dengan $k = 1, 2, \dots, c$; $i = 1, 2, \dots, n$; dan $j = 1, 2, \dots, m$.

6. Menghitung perubahan matrik partisi:

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-1}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-1}} \quad (2.5)$$

dengan $i = 1, 2, \dots, n$; dan $k = 1, 2, \dots, c$.

7. Mengecek kondisi berhenti:

- 1) Jika: $(|P_t - P_{t-1}| \gg \xi)$ atau $(t > \text{MaxIter})$ maka berhenti;
- 2) Jika tidak: $t = t + 1$, ulangi langkah ke-4 yaitu menghitung V_{kj} .

Berikut contoh soal kasus menggunakan FCM:

Terdapat 10 perusahaan di Indonesia (A,B,C,D,E,F,G,H,I dan J) yang ingin dikelompokkan dengan metode FCM menjadi 4 kelompok, yaitu kelompok perusahaan *cost leader*, *differentiation*, *focused cost leader* dan *focused differentiation*. Penilaian prospek perusahaan akan ditentukan dengan dimensi besar

margin profit (bernilai antara 0 sampai 4, dimana 4 menunjukkan bahwa perusahaan tersebut mempunyai margin profit sangat lebar) dan dimensi variasi produk (bernilai antara 0 sampai 5, dimana 5 menunjukkan bahwa perusahaan mempunyai banyak variasi produk). Data kesepuluh perusahaan tersebut tersaji pada tabel berikut ini.

No.	Nama Perusahaan	Gross Profit	Variasi Produk
1	A	3,15	3,9
2	B	2,93	4,1
3	C	3,19	5,1
4	D	3,63	3,9
5	E	2,95	4,1
6	F	3,03	4,1
7	G	2,97	4,1
8	H	2,62	4,9
9	I	3,16	3,9
10	J	3,26	3,9

Tabel 2. 1 Tabel Data Contoh Kasus FCM

Pada kasus ini data akan diolah atau dikelompokkan (*clustering*) menggunakan algoritma fuzzy c-means. Dalam algoritma fuzzy c-means yang dilakukan pertama kali adalah menentukan jumlah *cluster* (c), pangkat (w), maksimum iterasi (*MaxIter*), *error* terkecil yang diharapkan (ϵ), fungsi objektif awal ($P_0 = 0$), dan iterasi awal ($t = 1$). Dan pada penelitian ini penulis menentukan 4 kelompok untuk proses pengelompokan (*clustering*) agar setiap *cluster* tidak memiliki centroid yang berdekatan sehingga hasil kelompok dapat memiliki kategori yang berbeda-beda dengan pangkat (w) sebanyak 2.

Langkah berikutnya ialah membangkitkan bilangan random μ_{ik} , $i = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, c$ sebagai elemen matriks partisi awal μ , dan total barisnya = 1.

$$U = \begin{bmatrix} 0,208073 & 0,296603 & 0,328245 & 0,167079 \\ 0,349694 & 0,192048 & 0,262113 & 0,196146 \\ 0,457627 & 0,059644 & 0,333272 & 0,149457 \\ 0,072849 & 0,422752 & 0,152205 & 0,352193 \\ 0,363427 & 0,13502 & 0,359517 & 0,142036 \\ 0,076107 & 0,379979 & 0,342282 & 0,201631 \\ 0,386626 & 0,379607 & 0,094301 & 0,139466 \\ 0,03127 & 0,451187 & 0,289515 & 0,228028 \\ 0,11 & 0,460099 & 0,306931 & 0,12297 \\ 0,110506 & 0,143851 & 0,582501 & 0,163142 \end{bmatrix}$$

Langkah berikutnya adalah menghitung pusat *cluster* ke- k , dengan $k = 1, 2, \dots, c$ dan $j = 1, 2, \dots, m$:

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w}$$

$$V_{1,1} = \frac{(0,208073)^2 * 3.15 + (0,349694)^2 * 2.93 + \dots}{0.043294391 + 0.12228575 + \dots}$$

$$V_{1,1} = 3.050354$$

Sehingga pusat *cluster* V_{kj} adalah

$$V_{kj} = \begin{bmatrix} 3,050354 & 4,382303 \\ 3,080848 & 4,163438 \\ 3,106412 & 4,160223 \\ 3,188975 & 4,165143 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya, hitung fungsi objektif pada iterasi ke-1

$$P_1 = \sum_{i=1}^{10} \sum_{k=1}^4 \left(\left[\sum_{j=1}^2 (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^2 \right)$$

$$P_1 = ((3.15 - 3.00354)^2 + (3.9 - 4.382303)^2) * (0.208073)^2$$

$$P_1 = 0,754941$$

Sehingga, dihitung perubahan matriks partisi U ,

$$\mu_{1,1} = \frac{[\sum_{j=1}^2 (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1}}{\sum_{k=1}^4 [\sum_{j=1}^2 (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1}}$$

$$\mu_{1,1} = \frac{[0.009929 + 0.232617]^{-1}}{4.122931 + 13.4084 + 14.36757 + 13.93269}$$

$$\mu_{1,1} = 0.089841$$

Hasil perubahan matriks U adalah

$$U = \begin{bmatrix} 0,089841 & 0,293744 & 0,313011 & 0,303404 \\ 0,116987 & 0,411428 & 0,317081 & 0,154503 \\ 0,355425 & 0,213716 & 0,21345 & 0,217409 \\ 0,157646 & 0,241635 & 0,262209 & 0,33851 \\ 0,100972 & 0,428638 & 0,322656 & 0,147734 \\ 0,041158 & 0,498809 & 0,34833 & 0,111704 \\ 0,084697 & 0,447333 & 0,328168 & 0,139802 \\ 0,369926 & 0,222089 & 0,213883 & 0,194103 \\ 0,089785 & 0,290291 & 0,311172 & 0,308753 \\ 0,095926 & 0,261394 & 0,290566 & 0,352114 \end{bmatrix}$$

Sehingga kelasnya,

c_1	c_2	c_3	c_4	kelas
		*		3
	*			2
*				1
			*	4
	*			2
	*			2

	*			2
*				1
		*		3
			*	4

Tabel 2. 2 Tabel Pengelompokkan Kelas

Pada matriks partisi awal terlihat bahwa di iterasi pertama, nilai *cluster* 3 pada perusahaan A (no.1) lebih besar daripada nilai di *cluster* lainnya, sehingga data tersebut dimasukan ke dalam *cluster* ketiga. Sedangkan nilai *cluster* 2 pada perusahaan B (no.2) lebih besar daripada nilai di *cluster* lainnya, sehingga data tersebut dimasukan ke dalam *cluster* kedua dan seterusnya. Lakukan iterasi dengan menggunakan matriks partisi baru hingga $|P_t - P_{t-1}| < \epsilon$ atau jumlah iterasi mencapai nilai maksimal yang ditentukan.

2.4 Citra Digital

Citra merupakan gambar. Secara teori citra adalah tiruan atau refleksi bentuk orang atau benda yang dihasilkan oleh lensa, cermin, dan sebagainya (Pressman, 2003). Citra juga fungsi dari dua dimensi, $f(x, y)$ pada bidang datar, dimana f fungsi intensitas keabuan, x dan y pasangan koordinat yang merupakan tingkat keabuan dari sebuah pixel pada gambar. (Pressman, 2003).

Jika x, y dan f berhingga atau *finite*, dan nilainya diskrit, maka gambar tersebut disebut citra digital atau gambar digital. Sebuah citra digital terdiri dari sejumlah elemen yang berhingga, dimana masing-masing mempunyai lokasi dan nilai-nilai tertentu. Elemen-elemen ini disebut sebagai *picture element*, *image element*, *pixels* (Gonzalez, 2002).

Pada umumnya, citra digital terdiri atas tiga tipe, yaitu citra *grayscale* (keabuan), citra berwarna (memiliki warna RGB atau bisa disebut *true color*), dan citra *indexed*. Tipe tersebut mendefinisikan tentang hubungan antara nilai *array* dengan warna piksel penyusun citra (Shih, 2010).

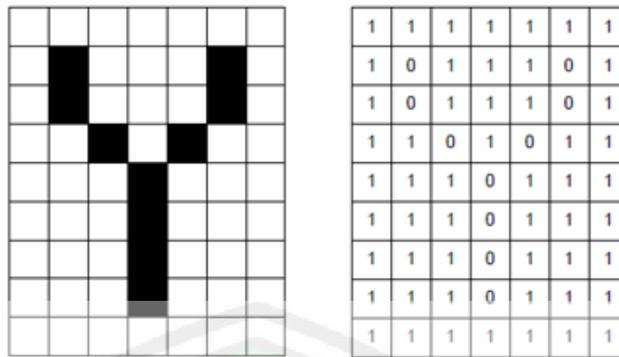
2.5 Citra grayscale

Citra *grayscale* merupakan citra yang tidak memiliki warna RGB atau *true color* dan juga nilai setiap piksel penyusun warna pada citra dipresentasikan oleh nilai yang berbeda berdasarkan tingkatan intensitas nilainya pada kelas atau bitnya (Shih, 2010).

Pada citra 8 bit, warna hitam mempresentasikan intensitas nilai 0 dan warna putih untuk intensitas nilai 255. Untuk citra 16 bit, warna hitam untuk intensitas nilai 0 dan warna putih untuk intensitas nilai 65535. Dan untuk citra 32 bit, warna hitam untuk intensitas nilai 0 dan warna putih untuk intensitas nilai 4294967295 (Shih, 2010).

2.6 Citra Biner

Citra biner merupakan citra yang hanya memiliki dua nilai keabuan, dimana hanya hitam dan putih. Piksel pada objek dalam citra bernilai 1 dan piksel latar atau *background* bernilai 0 (Shih, 2010).



Gambar 2. 1 Gambar Citra Biner

Pada saat ini komputer dapat memproses citra berwarna maupun citra *grayscale*, namun citra biner masih dipergunakan. Beberapa kelebihan dari citra biner, sebagai berikut (RD. Kusumanto, 2011):

- a. Kebutuhan memori kecil karena nilai derajat keabuan hanya membutuhkan representasi 1 bit.
- b. Waktu pemrosesan lebih cepat dibandingkan dengan citra *grayscale* karena operasi pada citra biner menggunakan operasi logika (AND, OR, NOT, sebagainya) daripada operasi aritmetika bilangan bulat.

Beberapa alasan pengkonversian citra *grayscale* ke citra biner, sebagai berikut (RD. Kusumanto, 2011):

- a. Untuk mengidentifikasi keberadaan objek, *background* (daerah) pada sebuah citra dinyatakan dalam piksel objek bernilai 1 dan untuk piksel lainnya bernilai 0.
- b. Ketika objek telah terpisah dari *background*, morfologi atau topologi objek dapat dihitung melalui citra biner.

2.7 Segmentasi Citra

Proses awal yang dilakukan dalam menganalisis obyek di dalam citra biner adalah segmentasi obyek. Proses segmentasi bertujuan mengelompokkan piksel-piksel obyek menjadi wilayah (*region*) yang merepresentasikan sebuah obyek (RD. Kusumanto, 2011).

Ada dua pendekatan yang digunakan dalam segmentasi obyek (Pramuda Akariusta Cahyan, Muhammad Aswin, Ir., MT., Ali Mustofa, ST., 2013) :

- a. Segmentasi berdasarkan batas wilayah (tepi dari objek)

Tepi dari piksel-piksel objek akan ditelusuri sehingga akan membentuk rangkaian piksel yang membentuk batas antara objek dengan *background*.

- b. Segmentasi ke dalam bentuk dasar

Contoh : ketika mensegmentasi huruf akan menjadi ke bentuk dasar, seperti menjadi garis vertical, horizontal lingkaran, dan sebagainya.

2.8 Metode Thresholding

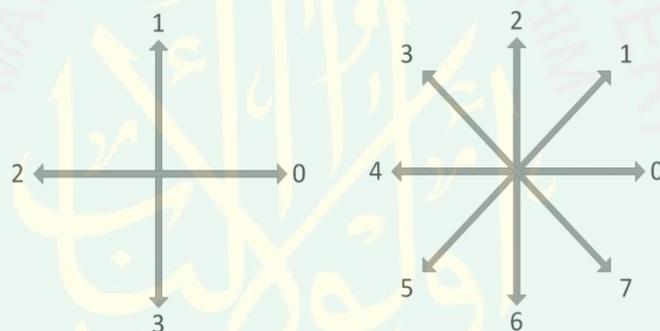
Salah satu metode segmentasi gambar yang memisahkan antara objek dengan *background* dalam suatu gambar berdasarkan perbedaan tingkat intensitas gelap terangnya disebut thresholding (Prasetio & Sobari, n.d.). Thresholding atau operasi ambang batas merupakan memetakan piksel yang memenuhi syarat ambang batas yang dipetakan ke satu nilai piksel yang dihendaki (Prasetio & Sobari, n.d.).

Wilayah gambar yang berwarna gelap akan semakin gelap dengan intensitasnya menjadi sebesar 0 atau hitam, sedangkan wilayah gambar yang berwarna terang akan semakin terang dengan nilai intensitasnya menjadi sebesar 1 atau putih. Sehingga, *output* dari proses segmentasi dengan thresholding adalah

gambar yang telah dibinerisasi dengan nilai intensitas piksel 0 dan 1 (Saifullah, Sunardi, & Yudhana, 2016).

2.9 Freeman Chain Code (FCC)

Ekstraksi fitur merupakan proses mendapatkan ciri dan karakteristik objek tersebut (Abidin et al., 2018). Dalam penelitian ini, proses mengekstraksi fitur menggunakan FCC. Fitur ini bertujuan untuk mempresentasikan piksel-piksel dari objek yang saling berhubungan dan memiliki arah tertentu (Levina & Armanto, 2015). FCC juga digunakan untuk mengolah citra dalam mempresentasikan garis, kurva, atau batas tepi dari suatu daerah (Wijaya, Novianto, & Rosyidah, 2014).



Gambar 2. 2 Gambar Arah Mata Angin Freeman Chain Code

Freeman *chain code* berfungsi untuk mempresentasikan batas teori dengan urutan lurus yang terhubung dengan ukuran dan arah tertentu (Handariningih, 2011) dan bergerak sepanjang kurva digital atau batas piksel yang berurutan berdasarkan 4 arah angin dan 8 arah angin. Jika 8 arah angin dari setiap gerakan maka dikodekan menggunakan skema nomor $\{i \mid i = 0,1,2,3,4,5,6,7\}$ dimana kelipatan sudutnya 45 derajat berlawanan dengan posisi sumbu x positif. Jika 4 arah angin dari setiap gerakan maka dikodekan menggunakan skema nomor $\{i \mid i =$

0,1,2,3} dimana kelipatan sudutnya 90 derajat berlawanan dengan posisi sumbu x positif (Bugay, Vasilyeva, Krasavin, & Parkhomenko, 2015; Wijaya et al., 2014).

2.10 *K-Nearest Neighbor* (KNN)

K-Nearest Neighbor adalah metode klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran atau *training* dimana jarak terhadap objek tersebut merupakan yang paling dekat. Tujuan dari KNN adalah mengklasifikasikan objek baru berdasarkan atribut dan data *training*. KNN memiliki beberapa kelebihan (Mutrofin, 2014) dan kekurangan (Csk.Aditya, 2017), yaitu:

Kelebihan	Kekurangan
Pengujian yang sangat cepat.	Perlu menunjukkan nilai parameter k (jumlah tetangga terdekat).
Sederhana dan mudah dipelajari.	Tidak mengatasi nilai yang hilang secara implisit.
Efektif jika data yang dimiliki cukup besar.	Sensitif terhadap data <i>outlier</i> .
	Rentan terhadap variabel yang non-informatif.
	Rentan terhadap dimensionalitas yang tinggi.
	Nilai komputasi yang tinggi.

Tabel 2.3 Tabel Kelebihan dan Kekurangan KNN

Algoritma perhitungan KNN (Csk.Aditya, 2017), sebagai berikut:

1. Menentukan nilai parameter k .
2. Menghitung nilai jarak *euclidean* objek terhadap data latih yang digunakan.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - y_i)^2} \quad (2.6)$$

3. Mengurutkan hasil dari jarak *euclidean* secara *ascending* (berurutan dari nilai yang tinggi menuju nilai yang rendah).
4. Mengumpulkan kategori Y (hasil klasifikasi KNN berdasarkan nilai parameter k).
5. Menggunakan kategori KNN yang mayoritas sehingga dapat di prediksi sesuai dengan kategori objek.

2.11 Pengelompokkan dalam Islam

Allah menciptakan manusia dalam kondisi saling membutuhkan satu sama lain. Tidak ada manusia yang dapat memenuhi dan mencukupi semua kebutuhannya. Mereka hanya dapat memenuhi sebagian dari kebutuhannya tersebut. Kebutuhan akan sesuatu hal merupakan naluri seorang manusia, sehingga lahirlah sebuah ikatan antara mereka dari zaman dulu. Ikatan merupakan sebuah hubungan antar dua orang atau lebih (KBBI, 2016). Contohnya ikatan keluarga, ikatan ketetanggaan, ikatan negara, dan sebagainya. Dalam kaitannya dengan hal ini, Allah berfirman dalam al-Hujurat ayat 10, yang artinya:

"Orang-orang beriman itu sesungguhnya bersaudara. Sebab itu damaikanlah (perbaikilah hubungan) antara kedua saudaramu itu dan takutlah terhadap Allah, supaya kamu mendapat rahmat."

Berdasarkan tafsir ayat diatas, Sesungguhnya orang-orang yang beriman kepada Allah dan Rasul-Nya adalah saudara. Sebab iman yang ada telah menyatukan hati mereka. Maka damaikanlah antara kedua saudara kalian demi menjaga hubungan persaudaraan seiman (M.Quraish Shihab, 2004).

Pada hadist dari Ibnu Umar yang diriwayatkan Bukhari dan Muslim, Rasulullah saw bersabda:

"Orang muslim itu saudara bagi orang muslim lainnya. Dia tidak menzaliminya dan tidak pula membiarkannya dizalimi."

Dari dalil di atas, sesama muslim dan sesama mu'min adalah saudara, sehingga terdapat sebuah hubungan persaudaraan. Namun, hubungan persaudaraan didahului oleh suatu faktor dimana awal menjalin hubungan yaitu pengenalan. Mengenal artinya mengetahui fisiknya, cara berfikir, emosi, dan kesukaan. Allah berfirman dalam al-Hujurat ayat 13, yang artinya:

"Hai manusia, sesungguhnya Kami menciptakan kamu dari seorang laki-laki dan seorang perempuan dan menjadikan kamu berbangsa-bangsa dan bersuku-suku supaya kamu saling kenal-mengenal. Sesungguhnya orang yang paling mulia diantara kamu disisi Allah ialah orang yang paling takwa diantara kamu. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui lagi Maha Mengenal."

Berdasarkan tafsir ayat diatas, semakin kuat pengenalan satu pihak dengan pihak lainnya, maka semakin terbuka peluang untu saling memberi manfaat. Pengenalan dibutuhkan untuk saling menarik pelajaran dan pengalaman pihak lain, guna meningkatkan keadaan kepada Alah Swt, dimana dampaknya tercermin pada kedamaian dan kesejahteraan hidup duniawi dan kebahagiaan ukhrawi (M.Quraish Shihab, 2004).

Pada saat mengetahui fakta-fakta pengenalan, sesama manusia dapat mempelajari sifat masing-masing, dimana manusia mempelajari cara berfikir sesama. Percakapan yang berasal dari interaksi tersebut mendapatkan sebuah manfaat, yaitu memenuhi kebutuhan masing-masing individu. Allah berfirman dalam surat al-Anbiya ayat 107, yang artinya:

"Dan tiadalah Kami mengutus kamu, melainkan untuk (menjadi) rahmat bagi semesta alam."

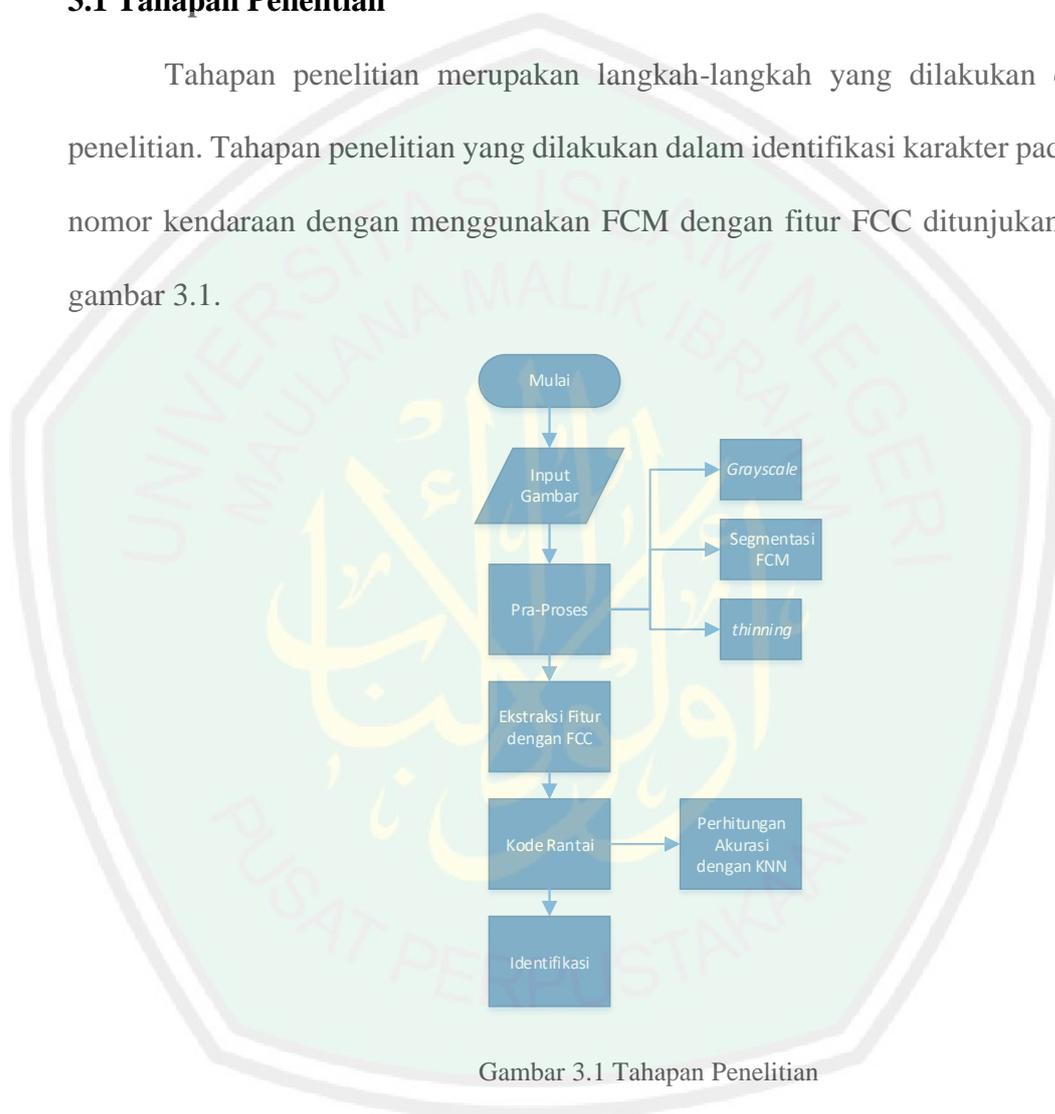
Berdasarkan tafsir ayat diatas, kami tidak mengutusmu, wahai Nabi, kecuali sebagai perwujudan kasih sayang yang menyeluruh untuk alam semesta (M.Quraish Shihab, 2004). Berdasarkan tafsir tersebut bahwa manusia dikehendaki oleh islam dapat saling memahami satu sama lain, tanpa memandang ikatan, jenis bangsa, warna kulit, ras maupun bahasa. Sekian lama manusia saling berinteraksi, manusia dapat memilah dan mengelompokkan informasi yang mereka dapatkan. Pengelompokkan informasi pada zaman modern merupakan hal yang sangat penting. Karena banyaknya informasi yang beredar luas, dan belum terbukti kredibilitasnya. Sehingga, adanya sebuah kajian pengelompokkan membantu mengelompokkan informasi tersebut berdasarkan ciri-ciri atau karakteristik yang dimiliki. Hal ini serupa dengan pengelompokkan dengan fuzzy *clustering*, dimana mengelompokkan berdasarkan karakteristik atau ciri yang dimiliki tiap informasi tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

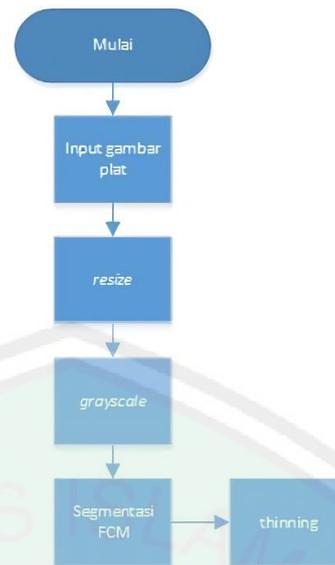
3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian. Tahapan penelitian yang dilakukan dalam identifikasi karakter pada plat nomor kendaraan dengan menggunakan FCM dengan fitur FCC ditunjukkan pada gambar 3.1.



3.2 Alur Tahapan Segmentasi Menggunakan Fuzzy C-Means (FCM)

Gambar 3.2 menunjukkan alur tahapan segmentasi gambar menggunakan FCM.



Gambar 3.2 Tahapan Segmentasi Menggunakan FCM

3.1.1 Gambar Plat

Proses pengumpulan gambar plat nomor kendaraan menggunakan kamera digitale, dengan resolusi kamera 20.8 megapiksel dengan jarak pengambilan foto antara 80-100 cm tegak lurus menghadap plat nomor dan beberapa foto kemiringan dari gambar plat nomor. Plat nomor yang di kumpulkan adalah plat nomor yang menggunakan huruf dan angka standar (pada umumnya), yang ditulis dengan huruf kapital A-Z dan angka 0-9, dimana background dalam plat nomor bervariasi warna. Plat nomor akan difokuskan pada nomor plat, sehingga di resize menjadi 273×92 piksel.

3.1.2 Pra-Proses

Tahapan pra proses ini terdapat 4 tahapan, yaitu *grayscale*, segmentasi, binerisasi dan *thinning*. Untuk tahapan pra proses ini menggunakan program MATLAB. Penjelasan tentang tahapan pra proses, sebagai berikut:

1. Pemanggilan gambar

Pertama, memanggil atau *me-load* gambar plat nomor kendaraan yang telah difokuskan pada gambar plat nomor. Pemanggilan menggunakan syntax matlab:

```
im = imread('img/car.jpg');
```

Dapat dilihat pada contoh Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3 Contoh gambar plat nomor kendaraan

Karena setiap gambar memiliki resolusi yang berbeda, maka akan di samakan resolusinya menjadi 273×92 , sehingga gambar haruslah diubah terlebih dahulu.

```
im = imresize(im, [92,273]);
```

Gambar yang telah dipanggil atau di *load*, disimpan dalam array *im*.

2. Pengubahan gambar berwarna menjadi gambar *grayscale*

Pengubahan ini berfungsi untuk mempermudah dalam menyamakan warna, sehingga syntax nya sebagai berikut:

```
imgray = mat2gray(im);
```

Dapat dilihat pada contoh gambar 3.4 berikut :



Gambar 3.4 Plat Nomor *Grayscale*

Gambar yang telah dirubah menjadi *grayscale* disimpan dalam array *imgray*. Tetapi, pengubahan gambar menjadi *grayscale* hanya pada plat *background*

berwarna dan untuk plat *background* hitam akan tetap. Gambar 3.4 menjadi gambar 3.5 berubah dikarena menggunakan syntax *incomplement*, dimana fungsi syntax ini adalah menukar warna *background* dan objek. Syntax ini juga digunakan agar gambar plat seragam dimana *background* berwarna hitam dan objek berwarna putih. Gambar plat Indonesia, dimana *background* hitam dan objeknya berwarna putih, tidak akan menggunakan syntax tersebut.

3. Segmentasi

Segmentasi bertujuan untuk membedakan atau membagi gambar menjadi dua bagian, dimana *background* dan karakternya. Syntax segmentasi menggunakan metode fuzzy c-means sebagai berikut:

$$[C, U] = \text{fcm}(im, N, options);$$

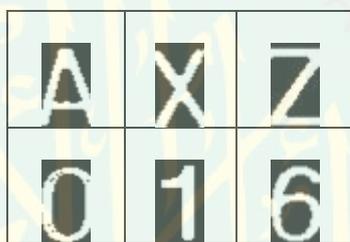
Menentukan nilai awal pengelompokkan sebagai berikut:

- a) Jumlah *cluster* = c ;
 - b) Pangkat = w ;
 - c) Maksimum iterasi = MaxIter ;
 - d) Error terkecil = ξ ;
 - e) Fungsi objektif awal = P_0 ;
 - f) Iterasi awal = t ;
3. Kemudian matriks partisi awal U yang terbentuk secara random dan tiap barisnya sama dengan 1 (persamaan 2.1).
 4. Selanjutnya menentukan pusat *cluster* (V_{kj}) dimana perhitungan menggunakan persamaan 2.3.
 5. Menghitung fungsi objektif (P_t) pada iterasi pertama P_t dengan $t = 1$ dihitung dengan persamaan 2.4.

6. Menghitung perubahan matriks partisi (U) dihitung dengan persamaan 2.5.
7. Mengecek kondisi berhenti:

Jika nilai $|P_1 - P_0| = \gg \xi = 10^{-5}$ atau iterasi = 1 < MaxIter(= 1000), maka proses dilanjutkan ke iterasi kedua ($t = 2$). Dan mengulangi proses mencari V_{kj} . Demikian seterusnya, hingga $|P_1 - P_0| < \xi$ atau $t > \text{MaxIter}$.

Output dari segmentasi menggunakan FCM adalah gambar yang telah tersegmentasi dari *background* dan juga menjadi gambar biner. Kemudian gambar di *crop* (di potong) per karakter, dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Hasil Pemotongan Tiap Karakter

Syntax pemotongan sebagai berikut:

```
im = imcrop(im);
```

Pemotongan dilakukan dengan resolusi karakter 20×40 piksel. Gambar yang telah dipotong disimpan dalam array *im*.

4. *Thinning*

Hasil dari setiap karakter yang telah di segmentasi memiliki ketebalan bentuk yang berbeda, oleh karena itu memerlukan proses *thinning*. Proses *thinning* merupakan proses mengurangi ketebalan setiap karakter menjadi satu piksel tanpa mengubah bentuk aslinya. Syntax matlab yang digunakan ialah *morphological*.

```
imthin = bwmorph(im, 'thin');
```

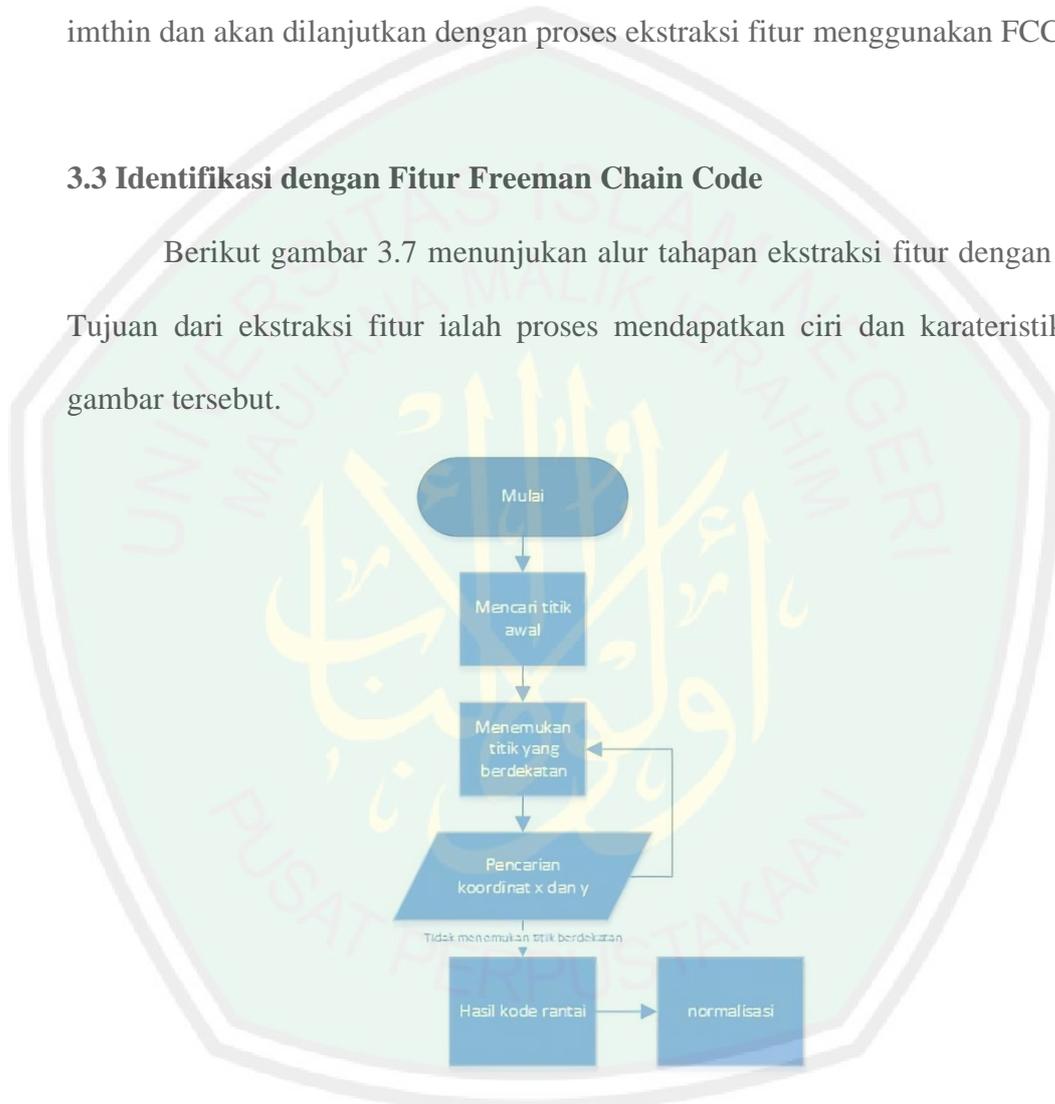


Gambar 3.6 Hasil *Thinning*

Contoh gambar 3.6 yang telah melalui proses *thinning* disimpan dalam array *imthin* dan akan dilanjutkan dengan proses ekstraksi fitur menggunakan FCC.

3.3 Identifikasi dengan Fitur Freeman Chain Code

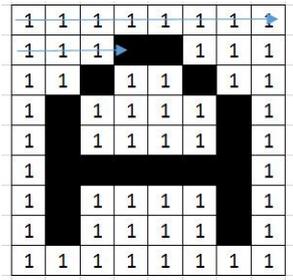
Berikut gambar 3.7 menunjukkan alur tahapan ekstraksi fitur dengan FCC. Tujuan dari ekstraksi fitur ialah proses mendapatkan ciri dan karakteristik dari gambar tersebut.



Gambar 3.7 Tahapan Ekstraksi Fitur dengan FCC

Tahapan ekstraksi fitur menggunakan freeman chain code sebagai berikut:

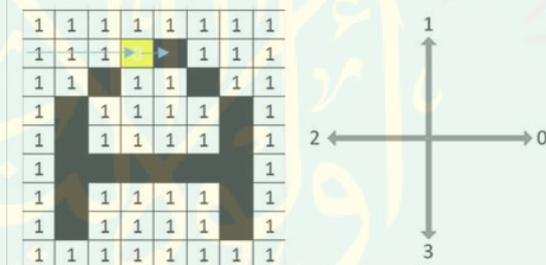
1. Menemukan titik awal dengan memindai piksel-piksel, hingga menemukan nilai 0 (hitam) pertama. Penelusuran sebagai pada gambar 3.8 berikut:



Gambar 3.8 Pencarian Titik Awal

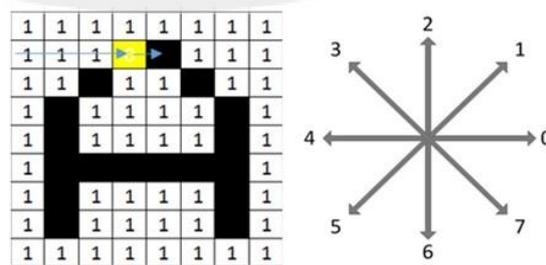
2. Jika telah ditemukan nilai 0 (hitam) pertama sebagai titik awal, kemudian periksa nilai chain code dengan 4 arah dan 8 arah mata angin untuk seluruh piksel.

- a. Nilai dari chain code titik awal (berwarna kuning) dengan arah mata angin 4 arah pada koordinat $(x - 1, y)$ dengan nilai koordinatnya $y = 37$ dan $x = 3$, dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Penelusuran Piksel dengan FCC 4 Arah

- b. Nilai dari chain code titik awal (berwarna kuning) dengan arah mata angin 8 arah pada koordinat $(x, y + 1)$ dengan nilai koordinatnya $y = 37$ dan $x = 3$, dapat dilihat pada gambar 3.10.



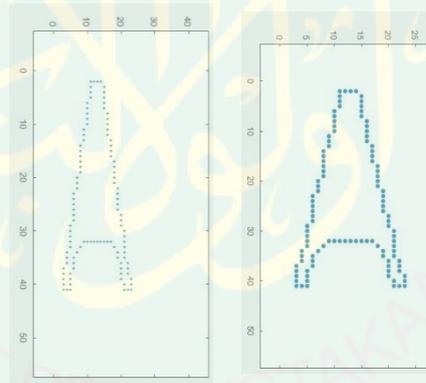
Gambar 3. 10 Penelusuran Piksel dengan FCC 8 Arah

- c. Nilai kode mata angin dengan diketahuinya koordinat x dan y , sebagai berikut:

Koordinat x, y	Kode 4 arah angin	Kode 8 arah angin
x, y	0	
$x, y - 1$	1	2
$x - 1, y - 1$	2	3
$x - 1, y$	3	4
$x - 1, y + 1$		5
$x, y + 1$		6
$x + 1, y + 1$		7
$x + 1, y - 1$		1
$x + 1, y$		0

Tabel 3.1 Tabel Nilai Kode Mata Angin

3. Untuk mengetahui apakah karakter dapat dikenali dengan baik atau tidak, koordinat titik x dan y (dimana y = baris, dan x = kolom dari matriks) dibuatlah gambar plot sebagai berikut:



Gambar 3. 11 Gambar Hasil Pencarian Koordinat x, y (a) Kiri: 8 Arah; (b) Kanan : 4 Arah;

Hasil dari pencarian koordinat x dan y menggunakan syntax :

```
Deteksi_tepi = bwtraceboundary(image, [r,c], dir);
```

Hasil dari gambar 3.11(a) adalah deteksi tepi dari huruf A dengan mata angin 8 arah, dimana huruf A lebih terbentuk dan sisi miring terlihat jelas. Sedangkan untuk huruf A dengan mata angin 4 arah Gambar 3. 11(b), terlihat rapi tetapi sisi miring tidak terbentuk karena mata angin 4 arah

hanya membentuk sudut 90 derajat, sehingga tidak ada sisi miring yang melekat pada sisi lurus.

4. Jika selesai memindai piksel-piksel pada objek bernilai 1 (putih) pada satu karakter huruf, maka akan didapatkan hasil nilai rantai atau chain code seperti tabel berikut:

Chain code menggunakan 4 arah	Chain code menggunakan 8 arah
333300111101110101000 000000030330333303302 1111	66660022212211100000 00077676667600223223 222322

Tabel 3. 2 Perbandingan Hasil Kode Rantai

5. Karena panjang dari kode rantai berbeda, maka diperlukan normalisasi. Normalisasi bertujuan agar jumlah atau panjang nilai rantai sama. Algoritma normalisasi sebagai berikut (Izakian, Monadjemi, Ladani, & Zamanifar, 2008):

- 1) Untuk menormalisasi kode rantai, kode rantai akan ditransformasikan ke matriks dua dimensi, dimana baris pertama adalah nilai kode rantai dan baris kedua frekuensi terjadinya nilai kode tersebut. Berikut tabel hasil transformasi:

4 arah	8 arah
3 3 3 3 0 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0	6 6 6 6 0 0 2 2 2 1 2 2 1 1 1
0 0 0 4 0 2 0 0 0 4 1 0 0 3 1	0 0 0 4 0 2 0 0 3 1 0 2 0 0 3

Tabel 3.3 Hasil Transformasi Matriks

- 2) Kemudian menghilangkan semua nilai yang frekuensi nya sama dengan satu. Sehingga, menjadi :

4 arah	8 arah
1 1 2 3 3 3 3 3 3 3 3	6 0 2 2 1 0 7 6 0 2 2
5 5 3 4 5 3 6 3 6 5 3	4 2 3 2 3 8 2 3 2 2 2

Tabel 3.4 Hasil Eliminasi Angka Frekuensi Satu (1)

3) Selanjutnya frekuensi setiap nilai yang tersisa dijumlahkan, dan masukkan nilai-nilai tersebut ke dalam persamaan berikut:

$$F_t = \frac{F_i}{\sum F_i} * N$$

Dimana :

- F_t = nilai rantai yang telah di normalisasi
- F_i = frekuensi nilai ke-i
- $\sum F_i$ = total semua frekuensi nilai
- N merupakan jumlah kode rantai yang diinginkan yaitu 7

3.1) Berikut tabel hasil frekuensi (8 arah) sesuai dengan jumlah N yang diinginkan:

6	0	2	1	0	7	6	0	2	4	6
4	2	5	3	8	2	3	2	30	3	27

Jumlah frekuensi = 89

0.36	0.18	0.45	0.27	0.72	0.18	0.27	0.18	2.7	0.27	2.4
------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	-----

Tabel 3.5 Hasil Perhitungan Normalisasi 8 Arah

Kemudian hasil dari rumus normalisasi, hasil akhir normalisasi melakukan pembulatan keatas, Misalnya 0,5813 menjadi 1 dan seterusnya. Sehingga,

$$2 = 1, 0 = 1, 2 = 3, 6 = 3$$

Hasil akhir normalisasi kode rantai dari 8 arah sebagai berikut:

2 0 2 2 2 3 3 3

3.2) Berikut tabel hasil frekuensi (4 arah) sesuai dengan jumlah N yang diinginkan:

3	0	1	0	3	0	1	2	3
4	2	7	10	8	2	38	3	35

Jumlah frekuensi =

109

0.29	0.15	0.51	0.73	0.59	0.15	2.79	0.22	2.57
------	------	------	------	------	------	------	------	------

Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Normalisasi 4 Arah

Kemudian hasil dari persamaan normalisasi, hasil akhir normalisasi melakukan pembulatan keatas. Sehingga,

$$1 = 1, 0 = 1, 3 = 1, 1 = 3, 3 = 2$$

Hasil akhir normalisasi kode rantai dari 4 arah sebagai berikut:

1 0 3 1 1 1 3 3

3.4 Desain GUI

Desain GUI (*Graphical User Interface*) adalah antarmuka pada sistem komputer dimana memanfaatkan menu grafis. Tujuan dari pembuatan GUI untuk mempermudah pengguna dalam mengoperasikan program dimana tampilannya lebih mudah dipahami. Desain GUI adalah rancangan desain yang akan diimplementasikan kedalam pembuatan program. Berikut gambar 3.12 adalah desain GUI yang telah dirancang.



Gambar 3.12 Desain GUI

Rancangan desain pada gambar diatas berisi beberapa informasi yaitu nama program, tombol memilih folder dimana untuk memilih gambar yang akan diuji. Selanjutnya gambar yang dipilih akan memasuki proses *grayscale*, dan selanjutnya akan di segmentasi menjadi beberapa karakter. Hasil segmen karakter akan dikstraksi ciri oleh fitur FCC. Selanjutnya akan dimunculkan hasil identifikasi karakter.

3.5 Tahapan Pencarian Akurasi dengan Metode K-Nearest Neighbor

Berikut gambar 3.13 contoh data kode rantai 4 arah.

0	3	1	1	3	3
1	0	3	1	1	3
1	0	3	1	1	3
3	3	3	0	1	1
3	3	3	0	1	1
3	3	3	0	1	1
3	0	1	1	2	3
3	3	0	1	1	2
3	3	0	1	1	0
3	3	3	0	1	1
3	3	3	0	1	1
3	0	1	1	2	3
3	3	0	2	1	0
3	3	0	2	1	1
0	2	0	2	0	2
3	3	1	0	2	1
3	3	1	0	2	1
3	3	1	0	2	1
3	0	1	2	2	3
3	0	1	3	1	3
3	0	1	1	2	3
3	3	1	3	2	1
3	3	1	1	3	1

Gambar 3. 13 Contoh Data Kode Rantai 4 Arah

Data yang digunakan yaitu kode rantai 8 arah dan 4 arah, dimana jumlah panjang rantai sama. Jumlah data yang digunakan adalah 108 data, dimana tiap huruf dan angka terdapat 3 data kode rantai dari gambar karakter pada plat nomor.

Rasio perbandingan antara data latih dan data uji adalah 80: 20 dan program yang digunakan menggunakan jupyter notebook.

Langkah-langkah pengerjaan menggunakan KNN sebagai berikut:

1. *Importing Libraries*

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
```

2. *Importing Dataset*

Untuk memasukkan dataset ke dalam *pandas dataframe* menggunakan *script* berikut:

```
p = pd.read_csv("cc4.csv")
```

3. *Pemilihan data*

Iloc dalam *pandas* digunakan untuk memilih baris dan kolom berdasarkan nomor, sesuai urutannya dalam *dataframe*. Untuk \mathbf{x} = memilih semua baris dan kolom kecuali kolom terakhir dan \mathbf{y} = memilih semua baris dan 4 kolom pertama.

```
X = p.iloc[:, :-1].values
y = p.iloc[:, 4].values
```

4. *Train Test Split*

Pada tahap ini, menentukan pembagian jumlah data latih dan data uji yang digunakan. *Script* berikut membagi dataset menjadi 80% data latih dan 20% data uji atau sampel random.

```
from sklearn.model_selection
import train_test_split
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X,
y, test_size=0.20)
```

5. *Training and Prediction*

Pada tahapan ini, membuat prediksi KNN menggunakan scikit-learn.

Pencarian nilai **k** sesuai dengan kasus.

```
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
classifier = KNeighborsClassifier(n_neighbors=5)
classifier.fit(X_train, y_train)
```

6. Evaluating the Algorithm

Mengevaluasi suatu algoritma menggunakan *confusion matrix*, *precision*, *recall* dan *f1 score*. Metode *confusion matrix* dan *classification_report* pada `sklearn.metrics` digunakan untuk menghitung matriks.

```
from sklearn.metrics import classification_report,
confusion_matrix
print(confusion_matrix(y_test, y_pred))
print(classification_report(y_test, y_pred))
```

Selanjutnya yaitu membuat prediksi dari data uji.

```
y_pred = classifier.predict(X_test)
```

7. Menentukan nilai **k**

Pada tahap ini, pencarian nilai **k** sangatlah penting. Sehingga, *script* berikut mencari nilai **k** dari **k = 1** hingga **k = 40**.

```
error = []
for i in range(1, 40):
    knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=i)
    knn.fit(X_train, y_train)
    pred_i = knn.predict(X_test)
    error.append(np.mean(pred_i != y_test))
```

Selanjutnya, dibuat plot agar mudah dipahami.

```
plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(range(1, 40), error, color='red',
         linestyle='dashed', marker='o',
         markerfacecolor='blue',
         markersize=10)
plt.title('Error Rate Nilai K')
plt.xlabel('Nilai K')
plt.ylabel('Error rata-rata')
```

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Manual Fuzzy C-Means

Gambar yang di inputkan berukuran 273×92 dimana $n = 92$, dan $m = 273$. Jumlah *cluster* untuk klasifikasi adalah 3. Gambar 3.4 dijadikan sebuah matriks X dengan tabel data 4.1, sebagai berikut:

No	Data						
1	68	75	109	...	104	112	147
2	103	157	171	...	57	59	107
3	157	163	121	...	123	133	65
4	162	121	62	...	148	149	152
5	155	53	78	...	145	132	167
6	105	61	108	...	160	161	149
7	58	86	143	...	163	161	151
...
90	57	119	175	...	119	71	59
91	67	62	156	...	62	59	72
92	64	67	80	...	93	102	106

Tabel 4.1 Data Gambar 3.4

Berikut tahapan perhitungan manual menggunakan FCM:

1. Nilai awal sebagai berikut:
 - a) Jumlah *cluster* = $c = 3$;
 - b) Pangkat = $w = 2$;
 - c) Maksimum iterasi = $\text{MaxIter} = 1000$;
 - d) Error terkecil = $\xi = 10^{-5}$;
 - e) Fungsi objektif awal = $P_0 = 0$;
 - f) Iterasi awal = $t = 1$;

2. Kemudian matriks partisi awal U yang terbentuk secara random dan tiap barisnya sama dengan 1 (persamaan 2.1), contoh matriks sebagai berikut:

$$U = \begin{pmatrix} 0.3432 & 0.3436 & \dots & 0.3241 & 0.3483 \\ 0.3347 & 0.3360 & \dots & 0.3205 & 0.3280 \\ 0.3221 & 0.3203 & \dots & 0.3555 & 0.3237 \end{pmatrix}$$

3. Selanjutnya menentukan pusat *cluster* (V_{kj}) dimana perhitungan menggunakan persamaan 2.3 maka:

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{92} ((\mu_{ik})^2 * X_{ij})}{\sum_{i=1}^{92} (\mu_{ik})^2}$$

$$V_{1,1} = \frac{((\mu_{1,1})^2 * X_{1,1} + (\mu_{2,1})^2 * X_{2,1} + \dots + (\mu_{92,1})^2 * X_{92,1})}{((\mu_{1,1})^2 + (\mu_{2,1})^2 + \dots + (\mu_{92,1})^2)}$$

$$V_{1,1} = \frac{((0.11778645 * 68) + (0.11807271 * 75) + \dots + (0.12130774 * 147))}{10.07954}$$

$$V_{1,1} = 130.1996747$$

$$V_{1,2} = \frac{((\mu_{1,1})^2 * X_{1,2} + (\mu_{2,1})^2 * X_{2,2} + (\mu_{3,1})^2 * X_{3,2} + \dots + (\mu_{92,1})^2 * X_{92,2})}{((\mu_{1,1})^2 + (\mu_{2,1})^2 + \dots + (\mu_{92,1})^2)}$$

$$V_{1,2} = \frac{((0.11778645 * 103) + (0.11807271 * 157) + \dots + (0.12130774 * 107))}{10.07954}$$

$$V_{1,2} = 122.5489769$$

$$V_{1,273} = \frac{((\mu_{1,1})^2 * X_{1,273} + (\mu_{2,1})^2 * X_{2,273} + (\mu_{3,1})^2 * X_{3,273} + \dots + (\mu_{92,1})^2 * X_{92,273})}{((\mu_{1,1})^2 + (\mu_{2,1})^2 + \dots + (\mu_{92,1})^2)}$$

$$V_{1,273} = \frac{((0.11778645 * 64) + (0.11807271 * 67) + \dots + (0.12130774 * 106))}{10.07954}$$

$$V_{1,273} = 135.9536$$

No	μ_{i1}	data matriks gambar X						$(\mu_{ik1})^2$	$(\mu_{ik1})^2 * X_{i1}$	$(\mu_{ik1})^2 * X_{i2}$
		X_{i1}	X_{i2}	.	.	X_{i272}	X_{i273}			
1	0.3432	68	103	.	.	67	64	0.11778645	8.009478615	824.9762973
2	0.343617	75	157	.	.	62	67	0.11807271	8.855453452	1390.306192
3	0.345874	109	171	.	.	156	80	0.11962896	13.03955627	2229.764123

4	0.337606	131	146	.	.	158	164	0.1139779	14.93110471	2179.941288
.
.
.
90	0.32772	104	57	.	.	62	93	0.10740057	11.16965952	636.6705926
91	0.324065	112	59	.	.	59	102	0.10501834	11.7620536	693.9611625
92	0.348293	147	107	.	.	72	106	0.12130774	17.83223798	1908.049464
Jumlah								10.07954	130.1996747	122.5489769

Tabel 4. 2 Tabel Perhitungan V_{kj}

Pusat V yang terbentuk pada iterasi pertama adalah:

$$V_{kj} = \begin{pmatrix} 130.1997 & 122.5489 & \cdots & \cdots & 141.9414 & 135.9536 \\ 132.1444 & 128.9276 & \cdots & \cdots & 141.4353 & 129.4464 \\ 133.1952 & 127.8007 & \cdots & \cdots & 140.6482 & 127.7023 \end{pmatrix}$$

4. Menghitung fungsi objektif (P_t)

Fungsi objektif pada iterasi pertama P_1 dihitung dengan persamaan 2.4

maka:

$$P_1 = \sum_{i=1}^{92} \sum_{k=1}^3 \left(\left[\sum_{j=1}^{273} (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^2 \right)$$

$$P_1 = \left([(X_{1,1} - V_{1,1})^2 * (\mu_{1,1})^2] + \cdots + [(X_{92,273} - V_{3,273})^2 * (\mu_{92,1})^2] \right)$$

$$+ \left([(X_{2,1} - V_{2,1})^2 * (\mu_{1,2})^2] + \cdots + [(X_{92,273} - V_{3,273})^2 * (\mu_{92,2})^2] \right)$$

$$+ \left([(X_{3,1} - V_{3,1})^2 * (\mu_{1,3})^2] + \cdots + [(X_{92,273} - V_{3,273})^2 * (\mu_{92,3})^2] \right)$$

$$P_1 = \left([(68 - 130.1997)^2 * 0.11778645] + \cdots + [(106 - 127.7023)^2 * 0.12130774] \right)$$

$$+ \left([(73 - 132.1444)^2 * 0.112057] + \cdots \right)$$

$$+ \left([(106 - 127.7023)^2 * 0.107554] \right)$$

$$+ \left([(109 - 133.1952)^2 * 0.103717] + \cdots \right)$$

$$+ \left([(80 - 127.7023)^2 * 0.104816] \right)$$

$$P_1 = 8698037,844926$$

5. Menghitung perubahan matriks partisi (U):

Perubahan matriks partisi (U) dihitung dengan persamaan 2.5 maka:

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^{273} (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-1}}{\sum_{k=1}^3 \left[\sum_{j=1}^{273} (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-1}}$$

$$\mu_{1,1} = \frac{\left[(X_{1,1} - V_{1,1})^2 + (X_{1,2} - V_{1,2})^2 + (X_{1,3} - V_{1,3})^2 + \dots + (X_{1,273} - V_{1,273})^2 \right]^{-1}}{\left(\left[(X_{1,1} - V_{1,1})^2 + \dots + (X_{1,273} - V_{1,273})^2 \right]^{-1} + \dots \right) + \left[(X_{1,1} - V_{3,1})^2 + \dots + (X_{1,273} - V_{3,273})^2 \right]^{-1}}$$

$$\mu_{1,1} = 130.19967$$

$$\mu_{1,2} = \frac{\left[(X_{1,1} - V_{2,1})^2 + (X_{1,2} - V_{2,2})^2 + (X_{1,3} - V_{2,3})^2 + \dots + (X_{1,273} - V_{2,273})^2 \right]^{-1}}{\left(\left[(X_{1,1} - V_{1,1})^2 + \dots + (X_{1,273} - V_{1,273})^2 \right]^{-1} + \dots \right) + \left[(X_{1,1} - V_{3,1})^2 + \dots + (X_{1,273} - V_{3,273})^2 \right]^{-1}}$$

$$\mu_{1,2} = 132.14438$$

$$\mu_{1,3} = \frac{\left[(X_{1,1} - V_{3,1})^2 + (X_{1,2} - V_{3,2})^2 + (X_{1,3} - V_{3,3})^2 + \dots + (X_{1,273} - V_{3,273})^2 \right]^{-1}}{\left(\left[(X_{1,1} - V_{1,1})^2 + \dots + (X_{1,273} - V_{1,273})^2 \right]^{-1} + \dots \right) + \left[(X_{1,1} - V_{3,1})^2 + \dots + (X_{1,273} - V_{3,273})^2 \right]^{-1}}$$

$$\mu_{1,3} = 133.19522$$

Sehingga matriks partisi (U_1), untuk iterasi pertama adalah:

$$U_1 = \begin{pmatrix} 130.19967 & 122.54897 & \dots & \dots & 141.94139 & 135.95358 \\ 132.14438 & 128.92761 & \dots & \dots & 141.43535 & 129.44641 \\ 133.19522 & 127.80065 & \dots & \dots & 140.64824 & 127.70235 \end{pmatrix}$$

6. Mengecek kondisi berhenti:

Selanjutnya mengecek kondisi berhenti. karena $|P_1 - P_0| = |8698037,844926 - 0| = 8698037,844926 \gg \xi = 10^{-5}$ dengan iterasi = 1 < MaxIter = 1000 maka dilanjutkan ke iterasi kedua ($t = 2$), dan mengulangi proses pencarian V_{kj} .

Demikian seterusnya, hingga $|P_1 - P_0| < \xi$ atau $t > \text{MaxIter}$. Proses ini akan berhenti setelah iterasi ke-90. Dengan menggunakan bantuan software

Matlab R2017b, hasil perhitungannya ialah pusat *cluster*, derajat keanggotaan, dan matriks U serta nilai fungsi tujuan atau fungsi objektif. Didapatkanlah pusat *cluster* baru V_{kj} pada iterasi 90, sebagai berikut:

$$V_{kj} = \begin{pmatrix} 146.0663 & 132.6253 & \dots & \dots & 147.9306 & 127.5686 \\ 115.0675 & 117.9529 & \dots & \dots & 135.6542 & 134.7266 \\ 146.0661 & 132.6251 & \dots & \dots & 147.9300 & 127.5684 \end{pmatrix}$$

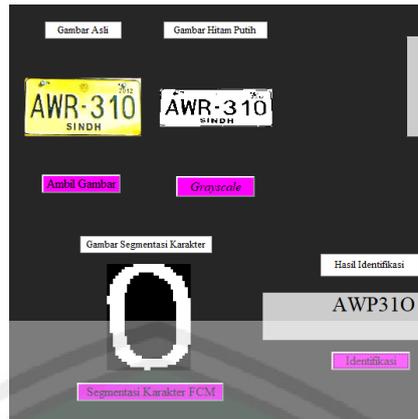
4.2 Hasil Identifikasi dari Ekstraksi Fitur Freeman Chain Code

Kode rantai yang telah di normalisasi akan di deteksi untuk mengenali karakter tersebut. Identifikasi menggunakan perbandingan antara koordinat x,y data uji dengan koordinat x,y *database*. Seperti gambar contoh berikut, Gambar 4.1 3.4 akan dicoba untuk dideteksi.



Gambar 4.1 Hasil Identifikasi

Gambar 3.4 dapat diidentifikasi dengan baik. Tetapi dengan contoh gambar lain terdapat kesalahan, dimana huruf R diidentifikasi menjadi huruf P.



Gambar 4. 2 Contoh Gambar Identifikasi Salah

Kesalahan lainnya adalah dimana gambar plat nomor miring tidak lurus ke depan, maka karakter tidak dapat diidentifikasi. Seperti gambar 4.3 berikut:



Gambar 4. 3 Contoh Gambar Tidak Bisa Teridentifikasi

4.3 Analisis Perbandingan Hasil Akurasi

Perbandingan akurasi hasil kode rantai menggunakan metode klasifikasi KNN (K-Nearest Neighbor). Berikut gambar 4.2 hasil akurasi data kode rantai 4 arah:

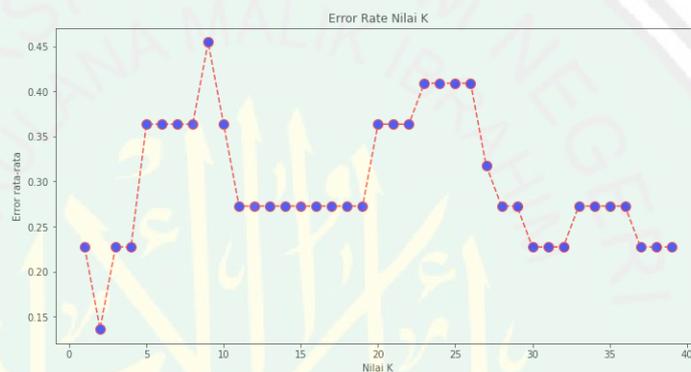
	precision	recall	f1-score	support
0	0.60	1.00	0.75	3
1	1.00	0.85	0.92	13
2	0.67	1.00	0.80	2
3	1.00	0.75	0.86	4
accuracy			0.86	22
macro avg	0.82	0.90	0.83	22
weighted avg	0.92	0.86	0.87	22

accuracy

[15]: 0.8636363636363636

Gambar 4.4 Hasil Accuracy Data Kode Rantai 4 Arah

Akurasi yang dihasilkan dari data kode rantai 4 arah dengan metode KNN adalah sebesar 86% dilihat dari nilai *accuracy* pada gambar 4.4. Hal ini dapat diartikan bahwa FCC 4 arah dapat mengenali karakter dengan baik. Beberapa karakter yang dapat dikenali dengan baik oleh FCC 4 arah adalah karakter angka 1.



Gambar 4.5 Grafik Pencarian Nilai k pada Data Kode Rantai 4 Arah

Pemilihan k dalam kode rantai 4 arah adalah $k = 2$, karena dilihat pada gambar 4.5 k yang memiliki nilai error paling kecil atau sama dengan 0 adalah pada saat nilai $k = 2$. Nilai tersebut merupakan nilai k yang memiliki akurasi paling tinggi diantara nilai k diantara 1 hingga 40, sehingga memprediksi nilai akurasi pada data kode rantai 4 arah dengan nilai $k = 2$.

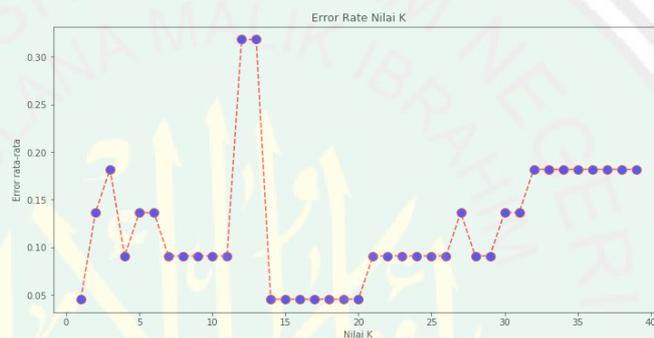
Berikut gambar 4.5 hasil akurasi data kode rantai 8 arah:

	precision	recall	f1-score	support
0	0.50	1.00	0.67	1
2	1.00	0.94	0.97	17
4	1.00	1.00	1.00	1
6	1.00	1.00	1.00	3
accuracy			0.95	22
macro avg	0.88	0.99	0.91	22
weighted avg	0.98	0.95	0.96	22

accuracy
 [87]: 0.9545454545454546

Gambar 4.6 Hasil Accuracy Data Kode Rantai 8 Arah

Akurasi yang dihasilkan dari data kode rantai 8 arah dengan metode KNN adalah sebesar 95% dilihat dari nilai *accuracy* pada gambar 4.6 Hal ini dapat diartikan bahwa FCC 8 arah dapat mengenali karakter pada plat nomor dengan sangat baik. Salah satu contoh karakter yang dapat dikenali dengan FCC 8 arah adalah angka 1, karena setiap mengidentifikasi angka 1 tidak pernah gagal.



Gambar 4.7 Grafik Pencarian Nilai k pada Data Kode Rantai 8 Arah

Pada gambar 4.7 dapat dilihat bahwa nilai k yang memiliki nilai error rata-rata 0 adalah ketika nilai $k = 1$, dan juga $k = 14$ hingga $k = 20$. Sehingga, nilai akurasi dapat diprediksi dengan baik dengan nilai k tersebut. Untuk nilai k pada hasil *accuracy* (gambar 4.6), menggunakan nilai $k = 1$.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini membahas tentang identifikasi karakter pada plat nomor kendaraan menggunakan fuzzy c-means dengan fitur freeman chain code. Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Langkah-langkah klasifikasi gambar karakter plat nomor menggunakan FCM adalah:
 - a) Tahapan pra-proses pada gambar yaitu *grayscale*, segmentasi, binerisasi, dan *thinning*.
 - b) Tahapan segmentasi gambar menggunakan FCM:
 - a. Menentukan Nilai awal:
 - 1) Jumlah *cluster* = $c = 3$.
 - 2) Pangkat = $w = 2$.
 - 3) Maksimum Iterasi = $MaxIter = 1000$.
 - 4) Error terkecil = $\xi = 10^{-5}$.
 - 5) Fungsi objektif awal = $P_0 = 0$.
 - 6) Iterasi awal = $t = 1$.
 - b. Menentukan partisi awal matriks U .
 - c. Menentukan pusat *cluster* (V_{kj})
 - d. Menghitung fungsi objektif (P_i)
 - e. Menghitung perubahan matriks partisi U .

- f. Mengecek kondisi berhenti.
2. Langkah-langkah identifikasi karakter menggunakan FCC adalah:
 - a) Menentukan titik awal dengan memindai piksel gambar.
 - b) Memeriksa nilai awal.
 - c) Membuat gambar plot dari hasil pencarian koordinat.
 - d) Normalisasi kode rantai.
 - e) Identifikasi kode rantai.
 3. Akurasi hasil kode rantai menggunakan KNN dengan akurasi data kode rantai 4 arah 86% dan data kode rantai 8 arah 95%.

5.2 Saran

Berdasarkan pembahasan di atas, disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan data gambar karakter plat nomor yang miring, terbalik sebagai data latih maupun data uji dengan fitur ekstraksi FCC maupun dengan fitur lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, D., & Putra, E. D. (2017). Komparasi Perbaikan Kualitas Segmentasi pada Citra Digital Metode Fuzzy C-Means dan Otsu. *Jurnal Pseudocode*, IV(1), 72–80.
- Abidin, T. F., AzZuhri, A. A., & Arnia, F. (2018). Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Bermotor Menggunakan Zoning dan Fitur Freeman Chain Code. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 14(1), 19–25. <https://doi.org/10.17529/jre.v14i1.8932>
- Afrianto, I., & Riyanda, R. (2018). *Implementasi Algoritma Freeman Chain Code Dan Support Vector Machine (SVM) Pada Identifikasi Aksara Arab Melayu*. 42–49.
- Bow, S.-T. (2002). *Pattern recognition and image preprocessing 2nd ed -Sing T. Bow.pdf*.
- Bugay, A. N., Vasilyeva, M. A., Krasavin, E. A., & Parkhomenko, A. Y. (2015). Modeling the induced mutation process in bacterial cells with defects in excision repair system. *Physics of Particles and Nuclei Letters*, 12(7), 850–862. <https://doi.org/10.1134/S1547477115070067>
- Csk.Aditya. (2017). Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN). Retrieved from <https://informatikalogi.com/algoritma-k-nn-k-nearest-neighbor/>. diakses pada 30 Oktober 2019.
- Gonzalez, R. C. (2002). *Digital Image Processing_2ndEd.pdf*. Retrieved from http://web.ipac.caltech.edu/staff/fmasci/home/astro_refs/Digital_Image_Processing_2ndEd.pdf
- Handariningsih, R. P. (2011). *Aplikasi Pengenalan dan Analisis Huruf Tulisan Tangan Menggunakan Metode Freeman Chain Code*.
- Hung T. Nguyen, & Prasad, N. R. (2003). *A First Course in Fuzzy and NeuralControl*. <https://doi.org/10.2469/cp.v2003.n1.3262>
- Izakian, H., Monadjemi, S. A., Ladani, B. T., & Zamanifar, K. (2008). Multi-Font Farsi / Arabic Isolated Character Recognition Using Chain Codes. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 43(7), 67–70.
- KBBI. (2016). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Retrieved from <http://kbbi.web.id/pusat>. diakses pada 20 Mei 2019.
- Kusumadewi,S., Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- lalalali."How to apply 8-directional chain code onto a binary image by using A.Forge library in c#".2011. <https://social.microsoft.com/Forums/en-US/4e6a2689-4774-4b7f-ad8e-22e6de9c55cb/how-to-apply-8directional-chain-code-onto-a-binary-image-by-using-aforge-library-in-c?forum=Offtopic>.diakses pada 15 Mei 2019.
- Levina, G., & Armanto, H. (2015). Analisa Berbagai Jenis Huruf Komputer Menggunakan Algoritma Berbasis Chain Code Dalam Bentuk Run Length Encoding. *Seminar Nasional "Inovasi Dalam Desain Dan Teknologi"*, 177–185.
- M.Quraish Shihab. (2004). *Tafsir al-Misbah* (Vo. 13). Jakarta: Lentera Hati.
- Mutrofin, S. dkk. (2014). Optimasi teknik klasifikasi modified k nearest neighbor menggunakan algoritma genetika. *Jurnal Gamma*, (September), 130–134.
- Pramuda Akariusta Cahyan, Muhammad Aswin, Ir., MT., Ali Mustofa, ST., M. (2013). *Segmentasi Citra Digital Dengan Menggunakan Algoritma Watershed dan Lowpass Filter Sebagai Proses Awal*. 1–6.
- Prasetio, A. B., & Sobari, M. Y. (2010). *Threshold Pada Pengolahan Citra Digital*. 2–5.
- Pressman, R. S. (2003). *Rekayasa Perangkat Lunak* (II). Yogyakarta: Andi.
- RD. Kusumanto, A. N. T. (2011). Pengolahan Citra Digital untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB. *Semantik 2011*.
- Ross, T. J., & Timothy J. Ross. (2017). Fuzzy Logic With Engineering Applications. In *John Wiley & Sons Ltd* (Vol. 91).
- Saifullah, S., Sunardi, S., & Yudhana, A. (2016). Perbandingan Segmentasi Pada Citra Asli Dan Citra Kompresi Wavelet Untuk Identifikasi Telur. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 8(3), 190. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v8i3.75.190-196>
- Sanusi, W., Zaky, A., Afni, N., Matematika, J., Universitas, F., & Makassar, N. (2016). *Analisis Fuzzy C-Means dan Penerapannya Dalam Pengelompokan Kabupaten / Kota di Provinsi Sulawesi Selatan Berdasarkan Faktor- faktor Penyebab Gizi Buruk*.
- Sawakare, P. A., Deshmukh, R. R., & Shrishrimal, P. P. (2015). *Speech Recognition Techniques: A Review*. (August).
- Shih, F. Y. (2010). *Image Processing and Pattern Fundamentals and Techniques*. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/4e7a/bdcafcfb593c2db9a69d65b479333cf22961.pdf>

- Tao Lei."Image segmentation using fast fuzzy c-means clusering".2018. <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/66181-image-segmentation-using-fast-fuzzy-c-means-clusering>. diakses pada 15 Mei 2019.
- Thiang, S. (2011). *Character Recognition Using Fuzzy Clustering*. *Konferensi Nasional Sistem Informasi*.
- Wijaya, V. D. T., Novianto, S., & Rosyidah, U. (2014). Deteksi huruf arab menggunakan metode freeman chain code 1,2,3. *Techno.COM*, 13(4), 245–250.



RIWAYAT HIDUP

Paulana Mega Silvana, lahir di Malang pada 29 Juli 1997. Biasa dipanggil Paul ketika di lingkungan kampus, sedangkan di lingkungan rumah dipanggil Mega. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Nanang Nilson dan Ibu Sulastri.

Pendidikan dasarnya ditempuh di SDN Madyopuro VI selama empat tahun, kemudian pindah ke SDN Bunulrejo IV ketika kelas 5. Setelah itu melanjutkan sekolah di SMPN 21 Kota Malang dan lulus pada tahun 2012. Pendidikan selanjutnya ditempuh di SMA Islam Kota Malang dan lulus pada tahun 2015. Selanjutnya, pada tahun yang sama melanjutkan kuliah di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang jurusan matematika murni.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Paulana Mega Silvana
NIM : 15610031
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Identifikasi Karakter pada Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Fuzzy C-Means dengan Fitur Freeman Chain Code
Pembimbing I : Hisyam Fahmi, M.Kom
Pembimbing II : M. Nafie Jauhari, M.Si

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	12 April 2019	Konsultasi Bab I & II	
2.	09 Mei 2019	Konsultasi Kajian Keagamaan	2.
3.	10 Mei 2019	ACC Bab I & II	3.
4.	10 Mei 2019	Konsultasi Kajian Keagamaan	4.
5.	31 Oktober 2019	Konsultasi Bab III & IV & V	5.
6.	30 Oktober 2019	Konsultasi Kajian Keagamaan	6.
7.	04 November 2019	ACC Bab III & IV & V	7.
8.	01 November 2019	ACC Kajian Keagamaan	8.
9.	04 November 2019	ACC Keseluruhan	

Malang, 04 November 2019
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001