

KOMPARASI PERBAIKAN KUALITAS SEGMENTASI PADA CITRA DIGITAL METODE *FUZZY C-MEANS* DAN *OTSU*

Dedy Abdullah¹, Erwin Dwika Putra²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Bengkulu
Jl. Bali, Kota Bengkulu, 38119 INDONESIA
(telp: 0736-22765; fax: 0736-26161)

¹dedy_abdullah@umb.ac.id

²erwindwikap@gmail.com

Abstrak: Berkembang dari penelitian sebelumnya yang dilakukan, Komparasi metode fuzzyc-means dan metode otsu dapat disimpulkan bahwa hasil dari perbandingan tersebut menunjukkan kualitas dari metode fuzzy c-means lebih baik daripada otsu pada beberapa data dan otsu lebih baik daripada fuzzy c-means pada data yang lain, maka pada penelitian ini akan membahas perbandingan kualitas citra apabila metode fuzzyc-means digabungkan dengan otsu dan juga sebaliknya otsu digabungkan dengan fuzzyc-means. Hasil penelitian menunjukkan bahwa FCM – Otsu dapat dilakukan dengan hasil gambar dan matrik yang sama sedangkan Otsu – FCM tidak dapat dilakukan dikarenakan tidak dapat melakukan perhitungan iterasi dari hasil gambar Otsu.

Kata Kunci: Fuzzy C-Means, Otsu, Segmentasi.

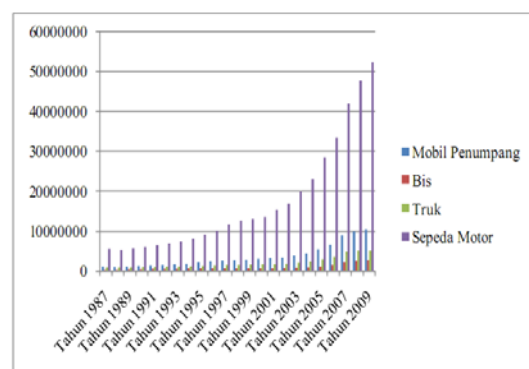
Abstract: *Evolving From Previous research That done, Comparison of Methods fuzzyc-means and methods Otsu (Abdullah and Putra 2014) can be concluded that the findings From comparative shows quality From Method Fuzzy c-means Better than Otsu in some data and Otsu Better rather than fuzzy c -Mens on the other data, then on this Research will discuss quality comparison image Fuzzy C-Means method combined with Otsu and Otsu combined with fuzzy C-means. The results showed that the FCM - Otsu can be done with the results matrix image around the same while Otsu - FCM can not be done because the calculation can not perform iterations of the image results Otsu.*

Keywords: *Fuzzy C-Means, Otsu, Segmentasi*

I. PENDAHULUAN

Melihat dari pertumbuhan jumlah kendaraan yang begitu besar dan terus meningkat setiap tahun, Indonesia memang memerlukan sistem identifikasi kendaraan untuk pengendalian kendaraan yang efektif. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, jumlah kendaraan di Indonesia pada tahun 2009 adalah sebesar 70.714.569 unit. Gambar 1 menunjukkan

data jumlah kendaraan per kategori mulai tahun 1987 sampai 2009 [1].



Gambar 1. Data Jumlah kendaraan

Kendala yang ditemukan dalam pengolahan citra digital pada identifikasi plat nomor kendaraan yang sangat sulit adalah tahapan pengolahan sebelum segmentasi karakter atau sering disebut dengan preprocessing segmentasi [2]. Faktor-faktor yang menyebabkan sulitnya dalam pre-processing adalah [3]:

- Gangguan dari baut plat nomor kendaraan
- Bingkai dari plat nomor kendaraan

- Gangguan dari bayangan pada plat nomor kendaraan.

Menelaah dari penelitian sebelumnya disimpulkan bahwa ditemukan tingkat nilai error yang dihasilkan menurun dengan arti bahwa semakin sedikit nilai error yang didapat maka tingkat akurasi pada segmentasi citra semakin meningkat [4].

Berkembang dari penelitian sebelumnya yang dilakukan, Komparasi metode fuzzyc-means dan metode otsu [5] dapat disimpulkan bahwa hasil dari perbandingan tersebut menunjukkan kualitas dari metode fuzzy c-means lebih baik dibandingkan dengan otsu pada beberapa data dan otsu lebih baik daripada fuzzy c-means pada data yang lain.

Mengacu dari penelitian diatas pada penelitian ini akan membahas perbandingan kualitas citra apabila metode fuzzyc-means digabungkan dengan otsu dan juga sebaliknya otsu digabungkan dengan fuzzy c-means.

II. LANDASAN TEORI

A. Plat Motor

Plat nomor adalah salah satu jenis identifikasi kendaraan bermotor. Plat nomor juga disebut plat registrasi kendaraan, atau di Amerika Serikat dikenal sebagai plat izin (*license plate*). Bentuknya berupa potongan plat logam atau plastik yang dipasang pada kendaraan bermotor sebagai identifikasi resmi. Biasanya plat nomor jumlahnya sepasang, untuk dipasang di depan dan belakang kendaraan. Namun ada jenis kendaraan tertentu yang hanya membutuhkan satu plat nomor, biasanya untuk dipasang di bagian belakang. Plat nomor memiliki nomor seri yakni susunan huruf dan angka yang dikhususkan bagi kendaraan tersebut. Nomor ini di Indonesia

disebut nomor polisi, dan biasa dipadukan dengan informasi lain mengenai kendaraan bersangkutan, seperti warna, merk, model, tahun pembuatan, nomor identifikasi kendaraan atau VIN dan tentu saja nama dan alamat pemiliknya. Semua data ini juga tertera dalam Surat Tanda Nomor Kendaraan Bermotor atau STNK yang merupakan surat bukti bahwa nomor polisi itu memang ditetapkan bagi kendaraan tersebut.

Korps Lantas Mabes Polri terhitung mulai April 2011 mengganti desain pelat nomor kendaraan. Ukurannya lebih panjang 5 centimeter daripada pelat nomor sebelumnya. Perubahan ukuran pelat dilakukan karena ada penambahan menjadi tiga huruf di belakang nomor, sementara sebelumnya hanya dua huruf. Perubahan ini membuat angka dan huruf pada pelat nomor berdesakan, sehingga sulit dibaca. Dengan diperpanjangnya pelat tersebut, jarak antara nomor dan huruf pada pelat lebih luas sehingga mudah terbaca.

Selain itu, perbedaan lainnya terdapat pada tampilan. Pelat TNKB baru memiliki lis putih di sekeliling pelat. Antara nomor TNKB dengan masa berlaku TNKB, tidak diberi pembatas lis putih. Namun seperti pelat nomor lama, di pelat ada 2 baris yakni baris pertama yang menunjukkan kode wilayah kendaraan, nomor polisi dan kode seri akhir wilayah. Baris kedua menunjukkan masa berlaku pelat nomor.

Ukuran TNKB untuk kendaraan roda 2 dan 3 sekarang menjadi 275 mm dengan lebar 110 mm, sedangkan untuk kendaraan roda 4 atau lebih adalah panjang 430 mm dengan lebar 135 mm. Sementara ini, pelat resmi yang lama masih berlaku.

Warna tanda nomor kendaraan bermotor ditetapkan sebagai berikut:

- Kendaraan bermotor bukan umum dan kendaraan bermotor sewa: warna dasar hitam dengan tulisan berwarna putih
- Kendaraan bermotor umum: warna dasar kuning dengan tulisan berwarna hitam
- Kendaraan bermotor milik pemerintah: warna dasar merah dengan tulisan berwarna putih
- Kendaraan bermotor korps diplomatik negara asing: warna dasar putih dengan tulisan berwarna hitam
- Kendaraan bermotor staf operasional korps diplomatik negara asing: warna dasar hitam dengan tulisan berwarna putih dan terdiri dari lima angka dan kode angka negara dicetak lebih kecil dengan format sub-bagian
- Kendaraan bermotor untuk transportasi dealer (pengiriman dari perakitan ke dealer, atau dealer ke dealer): warna dasar putih dengan tulisan berwarna merah.

B. Pengolahan Citra

Saat ini kebutuhan akan ilmu pengetahuan semakin meningkat, demikian pula dengan alat-alat yang diperlukan untuk kebutuhan analisisnya. Contohnya adalah kebutuhan dalam bidang kedokteran, penginderaan bumi jarak jauh, meteorologi dan geofisika, robotika, dan lain-lain. Bidang-bidang tersebut membutuhkan alat/kamera yang bisa digunakan untuk merekam keadaan yang diperlukan untuk kebutuhan analisis sehingga memungkinkan peneliti mendapatkan informasi yang diperlukan. Output alat-alat ini biasanya berupa citra. Citra inilah yang nantinya akan dianalisis untuk mendapatkan informasi yang berguna.

Namun sayangnya, kebanyakan citra belum sesuai dengan hasil yang diharapkan. Hal ini

dapat terjadi karena beberapa kemungkinan, misalnya adanya *noise*, adanya kabut yang menghalangi obyek yang sedang *dicapture*, lensa kamera kotor, dan lain-lain. Oleh sebab itu, proses pengolahan citra sangat diperlukan. Disiplin ilmu yang melahirkan teknik-teknik untuk mengolah citra dinamakan Pengolahan Citra Digital.

Pengolahan citra digital adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik), melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*) yang optimal untuk tujuan analisis, melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi obyek atau pengenalan obyek yang terkandung pada citra, melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data. Input dari pengolahan citra adalah citra, sedangkan outputnya adalah citra hasil pengolahan

Dalam dunia fotografi pengolahan citra digunakan sebagai pengganti kamera filter. Filter kamera digunakan untuk membuat film hitam putih, memberi efek berkabut, dan memberi cahaya pada bagian tertentu pada foto, menghilangkan *noise*, dan lain-lain.

Proses pengolahan data dapat dilakukan oleh komputer, baik berupa mikrokomputer sederhana (*microprocessor based computer*) atau komputer besar (*mainframe computer*), tergantung jumlah data dan jenis pengolahan [6].

C. Thresholding

Dalam pengolahan citra, proses operasi ambang batas atau sering disebut *thresholding* ini merupakan salah satu operasi yang sering

digunakan dalam menganalisis suatu obyek citra. Threshold merupakan suatu cara bagaimana mempertegas citra dengan mengubah citra menjadi hitam dan putih (nilainya hanya tinggal menjadi antara 0 dan 1). Di dalam proses threshold ini harus ditetapkan suatu variabel yang berfungsi sebagai batas untuk melakukan konversi elemen matriks citra menjadi hitam atau putih. Jika nilai elemen matriks dibawah ini dikonversi menjadi nilai 0 (hitam) dan jika diatas nilai ini elemennya dikonversi menjadi 1.

Pengembangan citra (*image thresholding*) merupakan metode yang paling sederhana untuk melakukan segmentasi. *Thresholding* digunakan untuk mengatur jumlah derajat keabuan yang ada pada citra. Proses *thresholding* ini pada dasarnya adalah proses pengubahan kuantisasi pada citra. Untuk mendapatkan hasil segmentasi yang bagus, beberapa operasi perbaikan kualitas citra dilakukan terlebih dahulu untuk mempertajam batas antara objek dengan latar belakangnya.

Dalam pemanfaatan *threshold* biasanya untuk citra RGB (*Red, Green, Blue*) akan dirubah dulu menjadi citra *grayscale* (keabuan) terlebih dahulu baru nantinya akan dilakukan proses *thresholding*. Pada operasi ini nilai pixel yang memenuhi syarat ambang batas dipetakan ke suatu nilai yang dikehendaki. Dalam hal ini syarat ambang batas dan nilai yang dikehendaki disesuaikan dengan kebutuhan.

D. Metode Otsu

Metode Otsu menghitung nilai ambang T secara otomatis berdasarkan citra masukan. Pendekatan yang digunakan oleh metode otsu adalah dengan melakukan analisis diskriminan yaitu menentukan suatu variabel yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Analisis diskriminan

akan memaksimumkan variabel tersebut agar dapat memisahkan objek dengan latar belakang.

Untuk memilih nilai ambang batas secara otomatis, [7] menggambarkan prosedur iterasi sebagai berikut

1. Dipilih dahulu perkiraan awal untuk T. (disarankan estimasi awal adalah titik tengah antara nilai-nilai intensitas minimum dan maksimum citra).
2. Bagi citra menggunakan T. Ini akan menghasilkan dua kelompok pixel G1, yang terdiri dari semua pixel dengan nilai-nilai intensitas $\geq T$, dan G2 yang terdiri dari pixel dengan nilai-nilai $< T$.
3. Menghitung nilai rata-rata intensitas μ_1 dan μ_2 untuk pixel di daerah G1 dan G2.
4. Menghitung nilai ambang baru dengan persamaan :
$$T = 1/2(\mu_1 + \mu_2) \quad (1)$$
5. Ulangi langkah 2 hingga langkah 4 sampai perbedaan t di iterasi berturut turut lebih kecil dari T0 parameter standar.

E. Fuzzy C-Means

Konsep dari Fuzzy C-Means itu adalah menentukan pusat cluster, yang nantinya akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap cluster yang akan digunakan. Kemudian tiap-tiap titik data yang digunakan memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap cluster. Dengan dilakukan perbaikan pusat cluster dan derajat keanggotaan tiap-tiap titik data secara berulang, nantinya akan didapatkan pusat cluster yang bergerak menuju lokasi yang tepat. Output dari Fuzzy C-Means itu sendiri merupakan deretan pusat cluster dan juga beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data tersebut [4].

Adapun Algoritma *Fuzzy C-Means* yaitu:

1. Input data yang akan di-cluster X, berupa matriks berukuran $n \times m$, dimana:
 n = jumlah sampel data.
 m = atribut setiap data.
 X_{ij} = data sample ke- i ($i=1,2,\dots,n$), atribut ke- $(j=1,2,\dots,m)$.
2. Tentukan:
 - 1) Jumlah dari cluster = c ;
 - 2) Pangkat = w ;
 - 3) Maksimum literasi = MaxIter ;
 - 4) Error yang diharapkan = ζ ;
 - 5) Fungsi Obyektif awal = $P_0 = 0$;
 - 6) Literasi awal = $t = 1$;
3. Kemudian gunakan nilai acak μ_{ik} , $i=1,2,\dots,n$; $k=1,2,\dots,c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal. μ_{ik} adalah derajat keanggotaan yang nantinya akan menunjukkan pada kemungkinan suatu data menjadi anggota ke dalam suatu cluster tersebut. Posisi dan nilai matriks diperoleh dengan cara random. Kemudian nilai keanggotaan terletak pada interval 0 - 1. Posisi awal matriks partisi U dan juga pusat cluster-nya belum akurat. Oleh karena itu kecendrungan data untuk masuk kedalam suatu *cluster* juga belum akurat. Kemudian hitung jumlah setiap kolom (atribut).

$$Q_j = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \quad (2)$$

Dimana: Q_j adalah jumlah nilai derajat keanggotaan perkolom = 1, dimana $j=1,2,\dots,m$

Kemudian hitung,

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_j} \quad (3)$$

4. Hitung dari pusat *Cluster* ke- k : V_{kj} , dimana nilai $k = 1,2,\dots,c$; $j = 1,2,\dots,m$.

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (4)$$

5. Hitung dari fungsi obyektif pada iterasi ke- t , P_t . Fungsi tersebut sebagai syarat perulangan untuk mendapatkan pusat cluster yang tepat.

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \quad (5)$$

6. Hitung perubahan dari matriks partisi:

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{w-1}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{w-1}} \quad (6)$$

Dimana:

$i=1,2,\dots,n$.

$k=1,2,\dots,c$.

7. Kemudian cek kondisi berhenti, dengan cara:

- 1) Jika : $(|P_t - P_{t-1}| < \zeta)$ atau $(t > \text{maxIter})$ maka berhenti.

- 2) Jika tidak: $t = t + 1$ ulangi langkah ke-4.

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (7)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

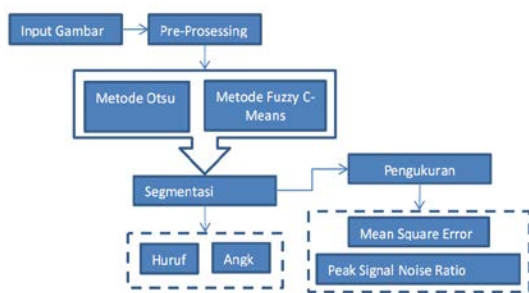
A. Teknik Penelitian

Penelitian ini menggunakan teknik penelitian eksperimen, dengan tahapan penelitian sebagai berikut:

- a) Pengumpulan Data, penelitian ini menggunakan data yang langsung diambil dari foto-foto plat nomor kendaraan dengan berbagai gangguan seperti pencahayaan, kemiringan, dan keadaan plat yang sudah usang.

- b) Pengolahan Data, pada tahapan ini yaitu mengolah data gambar yang telah diambil, dimulai dengan pemotongan (*cropping*) gambar plat nomor kendaraan dari latar belakang kendaraan, dikarenakan pada penelitian ini hanya berfokus kepada segmentasi karakter dan pengenalan karakter sebagai tolak ukur hasil segmentasi.
- c) Metode yang diusulkan, metode yang diusulkan pada penelitian ini adalah membandingkan metode *fuzzy c-means* dan *otsu* dengan metode *otsu* dan *fuzzy c-means* untuk segmentasi pada plat nomor kendaraan.
- d) Eksperimen dan Pengujian Metode, eksperimen dan pengujian metode akan diawali dengan tahapan pre-prosesing dari gambar plat nomor kendaraan untuk mendapatkan hasil segmentasi binerisasi pada citra dengan menggunakan metode *fuzzy c-means* dan *otsu* dengan metode *otsu* dan *fuzzy c-means*, dilanjutkan dengan segmentasi karakter menggunakan metode *connected component label* supaya dapat menghasilkan akurasi hasil segmentasi dalam identifikasi karakter plat nomor kendaraan.
- e) Evaluasi dan Validasi Hasil, evaluasi dan validasi hasil akan dilakukan dengan menghitung MSE (*Mean Square Error*) dan *Peak Signal Noise Ratio* (PSNR) yang didapat dari hasil segmentasi pengenalan karakter.

B. Struktur Penelitian

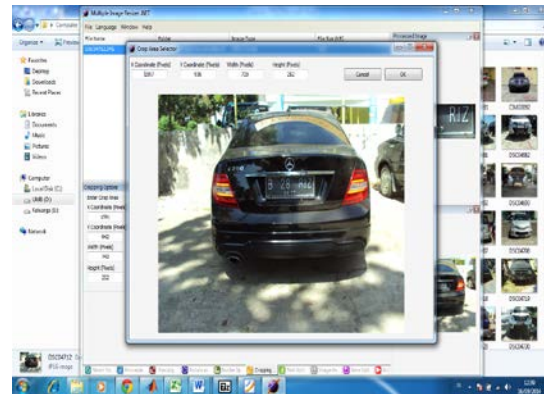


Gambar 2. Struktur penelitian

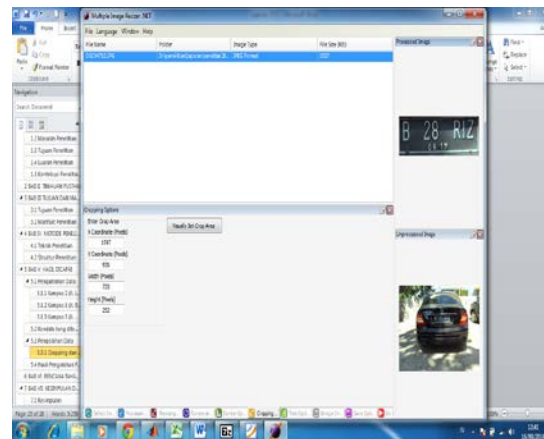
IV. HASIL EKSPERIMEN

A. *Cropping dan Resize Plat*

Cropping plat dimaksudkan untuk memotong bagian plat nomor kendaraan dan memisahkan gambar kendaraan yang ada. Dikarenakan pada penelitian ini hanya berfokus pada bagian pengolahan segmentasi gambar plat nomor kendaraan. Adapun *software* atau perangkat lunak pendukung yang digunakan adalah *Multiple Image Resizer.Net*. Hasil dari *cropping* akan disimpan pada folder penyimpanan data, adapun hasil yang didapatkan seperti gambar dibawah ini:

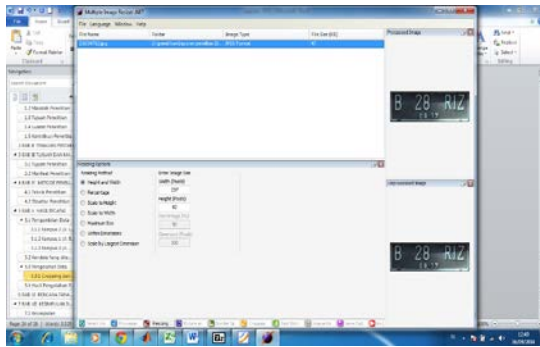


Gambar 3. Proses Visualisasi *Cropping*



Gambar 4. Hasil *Cropping*

Setelah penyimpanan hasil *cropping* didapatkan langkah selanjutnya yang dilakukan pada penelitian ini adalah proses *resize* gambar yang ditujukan untuk membuat ukuran dari gambar plat nomor kendaraan yang akan diolah menjadi satu ukuran.



Gambar 5. Proses Resizing

Untuk mendapatkan ukuran yang digunakan masih menggunakan *tools software* pendukung yang sama yaitu *Multiple Image Resize.Net* dengan dimensi yang ditentukan sendiri oleh peneliti sebesar Lebar 237 pixel, Tinggi 82 Pixel Dimensi 100%.

B. Threshold Plat

Data hasil dari *resizing* akan digunakan untuk menghitung nilai *threshold* dari masing-masing data plat tersebut. *Tools software* pendukung yang digunakan untuk menghitung nilai *threshold* adalah matlab. Pada uji coba tahap pertama menggunakan data plat gambar no 3. Pada ujicoba nilai *threshold* yaitu 0,4412.

Hasil yang didapat pada percobaan plat gambar no.3 untuk nilai ambang batas dari hasil nilai matrik RGB dengan *type double* untuk diaplikasikan pada penelitian menggunakan algoritma Fuzzy C-Means–Otsu dan Otsu–Fuzzy C-Means.

V. EVALUASI

A. Fuzzy C-Means-Otsu

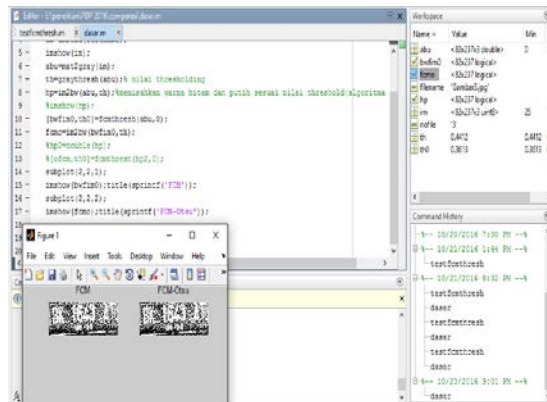
Pada ujicoba program menggunakan algoritma FCM-Otsu proses penggabungan kedua algoritma dapat dilakukan dengan baik. Hasil yang didapat pada penelitian ini gambar RGB yang bertipe uint8 (nilai negatif menjadi positif sebanyak 8 bit dikali 3) dirubah menjadi menjadi gambar gray sehingga mendapatkan hasil matrik dengan *type double* (nilai desimal dikali 3) selanjutnya memasukkan perhitungan FCM untuk melakukan proses binerisasi (pemisahan background dan foreground). Hasil dari FCM selanjutnya dimasukkan kedalam perhitungan Otsu.

Hasil dari penggabungan algoritma FCM-otsu menghasilkan citra yang sama dikarenakan tiap

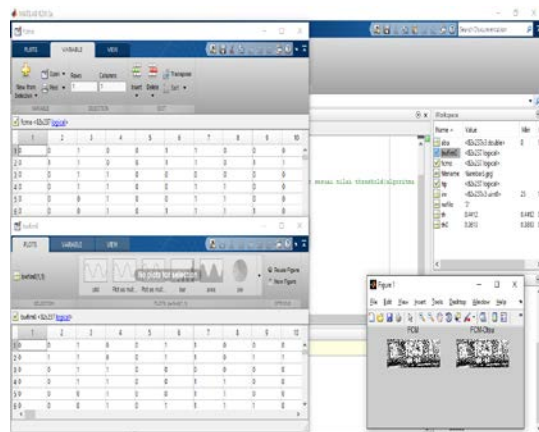


Gambar 6. Hasil Resizing

nilai piksel yang akan dipisahkan (*foreground* dan *background*) menghasilkan nilai yang sama (tidak ada perubahan).



Gambar 7. Code dan Hasil Perbandingan Gambar



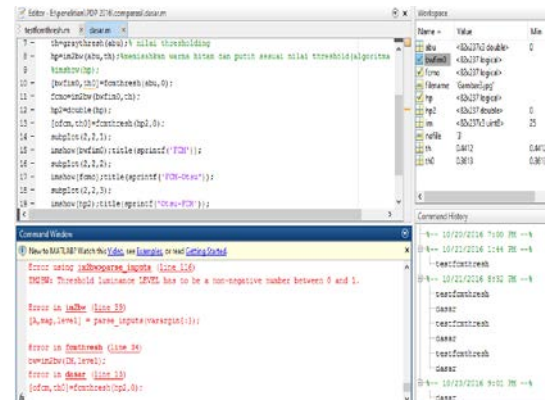
Gambar 8. Perbandingan Hasil Matrik dan Gambar

B. Otsu-Fuzzy C-Means

Pada penelitian ini gambar RGB yang bertipe uint8 (nilai negatif menjadi positif sebanyak 8 bit dikali 3) dirubah menjadi menjadi gambar *gray* sehingga mendapatkan hasil matrik dengan type double (nilai desimal dikali 3) selanjutnya proses perhitungan menggunakan algoritma Otsu yang bertujuan menghasilkan gambar binerisasi yaitu pemisahan *background* dan *foreground*. hasil dari perhitungan matrik Otsu di masukkan ke perhitungan FCM yang bertujuan untuk mengasilkan gambar binerisasi yang lebih baik.

Hasil dari penggabungan tersebut tidak dapat dilakukan dikarenakan algoritma otsu sudah

memisahkan nilai *foreground* dan *background* pada citra sehingga fcm tidak dapat membagi iterasi berdasarkan nilai *threshold* yang dibutuhkan oleh algoritma FCM.



Gambar 9. Tampilan Error Program (FCM Gagal Mendapatkan Iterasi hasil Otsu)

VI. KESIMPULAN

Setelah menyelesaikan serangkaian tahapan analisis, maka dapat disimpulkan:

1. Algoritma FCM-Otsu menghasilkan data matrik dan gambar yang sama dikarenakan hasil iterasi dari FCM masih dapat diolah oleh algoritma Otsu
2. Algoritma Otsu-FCM tidak berhasil dilakukan dikarenakan hasil binerisasi dari algoritma Otsu sudah dapat memisahkan sesuai dengan nilai ambang batas yang di dapatkan sehingga algoritma FCM tidak dapat menghitung nilai iterasi matrik dari hasil algoritma Otsu.

REFERENSI

- [1] P. Pemerintah, *Peraturan Pemerintah*, no. 32. 1993, p. No. 44.
- [2] J. M. Guo and Y. F. Liu, "License plate localization and character segmentation with feedback self-learning and hybrid binarization techniques," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 57, no. 3, pp. 1417–1424, 2008.
- [3] W. Jia, X. He, and Q. Wu, "Segmenting characters from license plate images with little prior knowledge," *Proc. - 2010 Digit. Image Comput. Tech. Appl. DICTA 2010*, pp. 220–226, 2010.
- [4] Y. Darnita, "meningkatkan hasil pre-prosesing Fuzzy C-means pada kualitas gambar plat nomor kendaraan," 2012.

- [5] D. Abdullah and E. D. Putra, "Komparasi Metode Otsu Dengan Metode Fuzzy Cmeans Pada Hasil Segmentasi Identifikasi Karakter Plat Nomor Kendaraan Indonesia," *Telematik*, vol. 6, no. 4, pp. 1475–1484, 2013.
- [6] V. Bala, E. Duesterwald, and S. Banerjia, "Dynamo," *ACM SIGPLAN Not.*, vol. 35, no. 5, pp. 1–12, 2000.
- [7] R. C. Gonzales and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 1st ed. New Jersey: Tom Robbins, 2002.