

SEGMENTASI CITRA DAUN TEMBAKAU BERBASIS DETEKSI TEPI MENGGUNAKAN ALGORITMA CANNY

Mazid kamal, Ruri Suko Basuki, M.Kom

Teknik Informatika, Universitas Dian Nuswantoro Semarang

ABSTRAK

Tobacco quality has an important role in determining the quality of cigarette production. Tobacco consisting of various grades or grade raw material that is blended to make cigarettes. The classification of tobacco leaves by a grader in charge of measuring and analyzing the quality of tobacco that can be grouped into a certain grade. but a human characteristic grader who frequently make mistakes caused by fatigue, emotional state, vision and lighting. Because of these factors is carried tobacco leaf image segmentation based edge detection using tobacco Canny. Citra method originally performed pre-processing to perform image segmentation to gain the edge of the veins. The next will be in its extraction to be recognized based on the size, shape and texture to be classified and made application to determine the grade of tobacco leaf. Grade classification generally starts from the process of data acquisition, pre-processing and post-processing. Canny edge detection can detect the actual edges with minimum error rate, resulting in optimal image edges.

Keywords: tobacco leaf images, graders, segmentation, edge detection, Canny.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tembakau merupakan salah satu komoditas perdagangan penting di dunia termasuk Indonesia. Produk utama yang diperdagangkan adalah daun tembakau dan rokok yang merupakan produk bernilai tinggi dan berperan dalam perekonomian nasional, yaitu salah satu sumber devisa, sumber penerimaan pemerintah dan pajak (cukai), sumber pendapatan petani dan lapangan kerja masyarakat (usaha tani dan pengolahan rokok) [1].

Tembakau lokal yang dibudidayakan oleh rakyat maupun perkebunan perusahaan rokok di Indonesia digolongkan menjadi 5 jenis yaitu [2] ; 1). Tembakau Cerutu, 2). Tembakau Pipa, 3). Tembakau Sigaret, 4). Tembakau Asli / Rejangan, dan 5). Tembakau Asepan.

Di Indonesia, Tembakau banyak di produksi dan digunakan oleh perusahaan rokok yang sebagian besar adalah produsen rokok sigaret. Oleh karena itu, kualitas tembakau menjadi faktor utama dalam pembuatan jenis rokok sigaret. Tembakau terdiri dari berbagai kelas atau *grade*. Pengklasifikasian kelas ini merupakan aspek penting untuk menunjang stabilnya kualitas dan citarasa rokok sigaret yang akan dihasilkan sebelum proses produksi.

Pengklasifikasian daun tembakau dilakukan oleh seorang ahli tembakau yang biasa disebut *grader* yang bertugas mengukur dan menganalisa kualitas tembakau agar dapat dikelompokkan menjadi *grade* tertentu. Kemampuan penciuman dan penglihatan

grader yang tajam merupakan salah satu human characteristic yang dimilikinya, namun sifat manusiawi (seperti emosi, kelelahan, dll) yang dimilikinya juga dapat mempengaruhi kualitas pengklasifikasian [3], yang mana dapat mengakibatkan efisiensi pengklasifikasian dan stabilitas *grade* tembakau tidak dapat dicapai. Secara konvensional, pengklasifikasian kualitas *grade* tembakau dapat dilakukan dengan dua faktor pendekatan, yaitu faktor internal dan eksternal [4]. Faktor internal yaitu *human sensory* (lebih pada penciuman), pengujian dengan test merokok, analisis kimia. Sedangkan faktor eksternal yaitu penglihatan *grader* yang dimana penentuannya didasarkan dari warna, kematangan, tekstur dari permukaan, ukuran dan bentuk dari daun tembakau.

Dalam penelitian ini, faktor eksternal akan kami gunakan untuk mengklasifikasikan *grade* tembakau dengan mengkominasikan dengan teknologi pengolahan citra. Tahapan untuk melakukan pengklasifikasian *grade* dimulai dari proses akuisisi data, pre-processing dan post processing. Deteksi tepi yang merupakan salah satu teknik pre-processing dalam pengolahan citra dibutuhkan untuk analisis citra daun. Proses tersebut bertujuan untuk meningkatkan penampakan garis pada citra sehingga prosesnya mempunyai sifat differensiasi atau memperkuat komponen frekuensi tinggi. Dengan adanya tepi, dapat dikenali bentuk dasar suatu objek. Dalam pendeteksian tepi terdapat beberapa teknik yang dipakai. Masing-masing teknik memiliki tingkat akurasi

yang disesuaikan dengan algoritma yang digunakan. Dalam tugas akhir ini akan diterapkan teknik pendeteksian tepi daun tembakau dalam proses *pre-processing* dengan menggunakan algoritma Canny.

1.2. Rumusan Masalah

Berawal dari uraian di atas, permasalahan penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Gambar citra daun tembakau asli hasil aqusi belum dapat digunakan langsung untuk keperluan proses klasifikasi.
2. Proses segmentasi diperlukan untuk mempersiapkan data agar proses klasifikasi dapat tercapai akurasi secara keseluruhan.
3. Untuk melakukan separasi daun tembakau digunakan deteksi tepi "Canny" sehingga ditentukan bentuk daun tembakau.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan pembatasan masalah, maka dapat dideskripsikan tujuan dari penulisan skripsi yaitu :

1. Melakukan *pre-processing* citra asli daun tembakau yang akan digunakan untuk proses pengklasifikasian.
2. *Pre-processing* dilakukan dengan cara segmentasi citra daun tembakau agar diketahui bentuk dan daun tembakau yang sebenarnya.
3. Proses segmentasi dilakukan dengan metode deteksi tepi "Canny"

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tembakau

Tembakau merupakan salah satu komoditas perkebunan penting di Indonesia yang berasal dari Amerika Selatan. Tanaman ini ditemukan di Indonesia sekitar abad ke-16 yang dibawa oleh bangsa Portugis dan Spanyol. Pertama kali tanaman tembakau di tanam di pulau Jawa tahun 1609, kemudian mulai menyebar ke pulau-pulau lainnya[5].

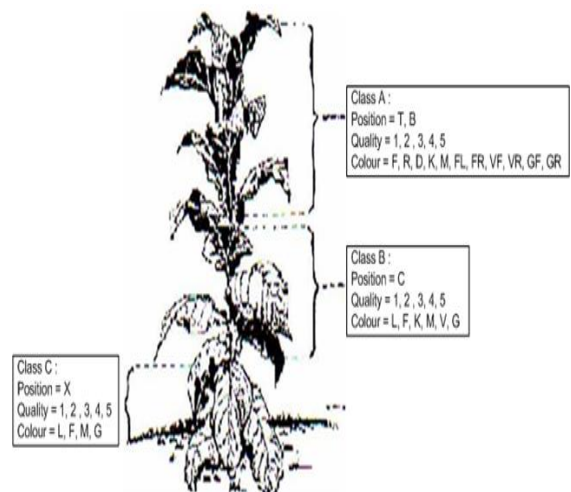
Di indonesia, hanya terdapat di daerah-daerah tertentu saja yang memiliki kualitas tembakau yang baik dan komersial. Lokasi penanaman dan pengolahan pasca panen sangat menentukan hasil kualitas tembakau tersebut.. Berikut adalah jenis-jenis tembakau berdasarkan tempat penghasilnya[6];

1. Tembakau Deli, penghasil tembakau cerutu.

2. Tembakau Temanggung, penghasil tembakau rajangan untuk sigaret.
3. Tembakau Vorstenlanden (Yogya-Klaten-Solo), penghasil tembakau untuk cerutu.
4. Tembakau Besuki, penghasil tembakau srintil untuk sigaret.
5. Tembakau Madura, penghasil tembakau untuk sigaret.
6. Tembakau Jember, penghasil tembakau kasturi untuk sigaret.
7. Tembakau Bojonegoro, penghasil tembakau sigaret.
8. Tembakau Lombok Timur, penghasil tembakau untuk sigaret.

Tanaman tembakau memiliki letak-letak daun yang menunjukkan grade atau kelas daun tembakau [7]. Daun yang terbaik berada di bagian atas pohon atau daun muda. Daun paling bawah atau biasa disebut daun tanah atau daun koseran atau *flying* (X) adalah daun dengan grade kelas C. Daun kaki atau *lug* atau *cutter* (C) adalah daun dengan grade kelas B. Daun dengan grade kelas A yaitu kelas terbaik ada di 2 posisi yaitu posisi daun tengah atau leaf (B) dan posisi daun pucuk atau tips (T).

Daun tembakau memiliki 4 warna utama yaitu kekuningan (L), coklat (F), merah (R) dan kehijauan (V). Setiap grade daun tembakau masih dibedakan lagi melalui tingkatan kualitas dengan nilai paling baik adalah 1 sampai nilai 5 yaitu kualitas kurang yang didasarkan dari keseragaman warna pada seluruh daun, ukuran, bentuk, dan tekstur permukaannya. Berikut adalah gambar tanaman tembakau dan pembagian tiap-tiap grade atau kelasnya:



Gambar 2.1: Tanaman Tembakau

Tembakau sebagai bahan baku rokok ini memerlukan proses pemetikan daun yang benar dan tepat, baik tepat waktu, cara dan kriteria kematangan daun yang dipanen. Tembakau memiliki daun sebanyak 26 sampai 32 helai. Pemilihan daun tembakau yang baik atau sempurna bisa dilakukan melalui tes aroma, kematangan berdasarkan warna, kesempurnaan bentuk dan teksturnya[8]. Dalam penelitian ini pemilihan daun tembakau difokuskan pada bentuk daunnya.

Sebelum ekstraksi fitur bentuk, data mengenai tepi daun tembakau harus diperoleh terlebih dahulu. Penelitian tentang deteksi tepi sangat populer dalam *computer vision*. Beberapa deteksi tepi yang telah dikembangkan yaitu operator Sobel, operator Prewitt, operator Robert, operator Canny, dan lain-lain. Di dalam penelitian ini lebih ditekankan pada menggunakan operator Canny dimana operator tersebut memberikan hasil yang lebih baik, karena dengan operator Canny dihasilkan dari jarak yang minimum antara tepi yang dideteksi dengan tepi yang asli, sekaligus juga memberikan fleksibilitas yang sangat tinggi dalam hal menentukan tingkat deteksi ketebalan tepi sesuai yang diinginkan[9].

2.2. Citra Digital

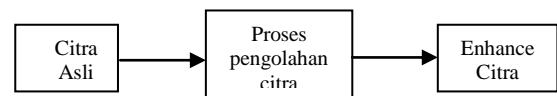
Citra (*image*) adalah gambar pada bidang dua dimensi. Dalam tinjauan matematis, citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Ketika sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian cahaya tersebut. Pantulan ini ditangkap oleh alat-alat pengindra optik, misalnya mata manusia, kamera, scanner dan sebagainya. Bayangan objek tersebut akan terekam sesuai intensitas pantulan cahaya. Ketika alat optik yang merekam pantulan cahaya itu merupakan mesin digital, misalnya kamera digital, maka citra yang dihasilkan merupakan citra digital. Pada citra digital, kontinuitas intensitas cahaya dikuantisasi sesuai resolusi alat perekam[10].

2.3. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan proses yang bertujuan untuk memanipulasi dan menganalisis citra dengan bantuan komputer. Pengolahan citra digital dapat dikelompokkan dalam dua jenis kegiatan:

1. Memperbaiki kualitas suatu gambar, sehingga dapat lebih mudah diinterpretasi oleh mata manusia.

2. Mengolah informasi yang terdapat pada suatu gambar untuk keperluan pengenalan objek secara otomatis.



Gambar 2.2 : Proses Pengolahan Citra

2.4. Segmentasi Citra

Segmentasi merupakan tahapan pada proses analisis citra yang bertujuan untuk memperoleh informasi yang ada dalam citra tersebut dengan membagi ke dalam daerah – daerah terpisah dimana setiap daerah adalah homogen dan mengacu pada sebuah kriteria keseragaman yang jelas dan harus tepat agar informasi yang terkandung didalamnya dapat diterjemahkan dengan baik. Segmentasi harus diberhentikan apabila masing-masing obyek telah terisolasi atau terlihat dengan jelas. Tingkat keakurasiannya tergantung pada tingkat keberhasilan prosedur analisis yang dilakukan dan diharapkan proses segmentasi memiliki tingkat keakuratan yang tinggi[13].

2.5. Konvolusi

Konvolusi adalah salah satu proses filtering image yang sering dilakukan pada proses pengolahan gambar. Pada MATLAB terdapat banyak sekali cara yang dapat dilakukan untuk melakukan proses konvolusi. Proses konvolusi dilakukan dengan menggunakan matriks yang biasa disebut mask yaitu matriks yang berjalan sepanjang proses dan digunakan untuk menghitung nilai representasi lokal dari beberapa piksel pada image[13].

2.6. Deteksi Tepi Canny

Pendeteksian tepi merupakan langkah pertama untuk melingkupi informasi di dalam citra. Tepi mencirikan batas-batas objek dan karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi di dalam citra. Tujuan pendeteksian tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek di dalam citra. Yang dimaksudkan dengan tepi (*edge*) adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak (besar) dalam jarak yang singkat.

Metode canny merupakan salah satu algoritma deteksi tepi. Deteksi tepi Canny ditemukan oleh Marr dan Hildreth yang

meneliti pemodelan persepsi visual manusia. Dalam memodelkan pendeteksi tepi, dia menggunakan ideal step edge, yang direpresentasikan dengan fungsi Sign satu dimensi. Pendekatan algoritma Canny dilakukan dengan konvolusi fungsi image dengan operator gaussian dan turunan-turunannya [15].

Ada beberapa kriteria pendeteksi tepian paling optimum yang dapat dipenuhi oleh algoritma Canny [16]:

1. Mendeteksi dengan baik (kriteria deteksi)
Kemampuan untuk meletakkan dan menandai semua tepi yang ada sesuai dengan pemilihan parameter-parameter konvolusi yang dilakukan. Sekaligus juga memberikan fleksibilitas yang sangat tinggi dalam hal menentukan tingkat deteksi ketebalan tepi sesuai yang diinginkan.
2. Melokalisasi dengan baik (kriteria lokalisasi)
Dengan Canny dimungkinkan dihasilkan jarak yang minimum antara tepi yang dideteksi dengan tepi yang asli.
3. Respon yang jelas (kriteria respon)
Hanya ada satu respon untuk tiap tepi. Sehingga mudah dideteksi dan tidak menimbulkan kerancuan pada pengolahan citra selanjutnya.

Langkah-langkah dalam melakukan deteksi tepi canny [17]:

1. Menghilangkan derau yang ada pada citra dengan mengimplementasikan tapis Gaussian. Proses ini akan menghasilkan citra yang tampak sedikit buram. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan tepian citra yang sebenarnya. Bila tidak dilakukan maka garis-garis halus juga akan dideteksi sebagai tepian. Berikut ini adalah salah satu contoh tapis Gaussian dengan $\sigma = 1.4$.

$$\frac{1}{159} \begin{bmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{bmatrix}$$

2. Melakukan deteksi tepi dengan salah satu operator deteksi tepi seperti Roberts, Prewitt, atau Sobel dengan melakukan pencarian secara horisontal (G_x) dan secara vertikal (G_y).

3. Menentukan arah tepian yang ditemukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\theta = \arctan \left(\frac{G_y}{G_x} \right)$$

Selanjutnya membagi kedalam 4 warna sehingga garis dengan arah berbeda dan memiliki warna yang berbeda. Pembagiannya adalah 0 – 22,5 dan 157,5 – 180 derajat berwarna kuning, 22,5 – 67,5 berwarna hijau, dan derajat 67,5 – 157,5 berwarna merah.

4. Memperkecil garis tepi yang muncul dengan menerapkan *nonmaximum suppression* sehingga menghasilkan garis tepian yang lebih ramping.
5. Langkah terakhir adaah binerisasi dengan menerapkan dua buah *thresholding*. Gambar berikut ini akan menunjukkan bentuk citra sebelum pemrosesan (a) dan sesudah pemrosesan (b). Citra yang digunakan adalah citra grayscale dengan nilai threshold 0.05.



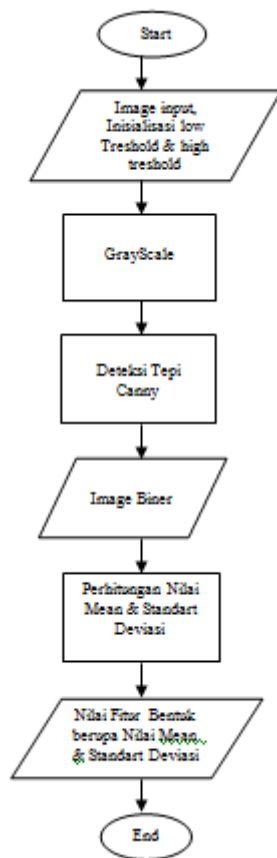
(a) (b)

Gambar 2.3 : Deteksi tepi Canny (a) Citra awal (b) Citra hasil

3. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alur Penelitian

Tahapan penelitian segmentasi citra pada daun tembakau menggunakan deteksi tepi canny dapat dijabarkan dalam bagan sebagai berikut :



Gambar 3.1 : Diagram Proses Segmentasi Citra Daun Tembakau

3.2. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, analisa bersifat kuantitatif yaitu melakukan pengujian menggunakan *Mean Squared Error* (MSE) untuk mengetahui rata-rata kuadrat nilai kesalahan antara citra asli dengan citra hasil segmentasi. Secara matematis MSE dapat dirumuskan :

$$MSE = \frac{1}{M N} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [f(x, y) - g(x, y)]^2$$

Dimana :

- $f(x, y)$ = nilai piksel citra asli.
- $g(x, y)$ = nilai piksil citra hasil segmentasi.
- M, N = dimensi citra

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Akuisisi Data

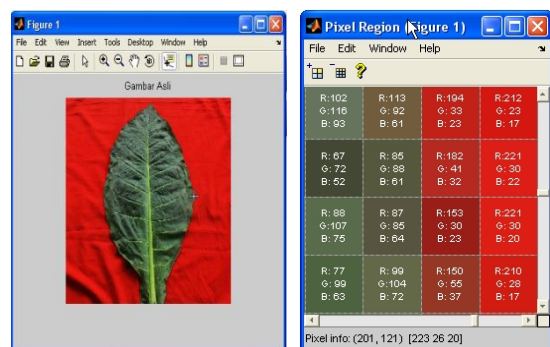
Proses akuisisi bertujuan untuk memperoleh citra daun tembakau. Akusisi data dilakukan dengan memotret daun tembakau menggunakan kamera digital. Data yang telah diperoleh akan diolah untuk proses segmentasi deteksi tepi.

Proses akuisisi citra daun tembakau dilakukan dengan alat serta pengaturan standarnya sebagai berikut :

1. Kamera
kamera yang digunakan dalam pemotretan adalah kamera DSLR Canon EOS. Mode Pengaturan : Manual, ISO Speed : 800.
2. Tripod
Tripod digunakan sebagai penopang kamera dalam pemotretan
3. Kain warna merah
Kain warna merah digunakan sebagai alas/*background* dalam proses pemotretan citra daun tembakau.
4. Sudut kemiringan / *Angle Shot*
Proses pengambilan citra tembakau dilakukan dengan sudut kemiringan/*angle shot* : 20°.
5. Jarak pengambilan gambar
Proses pengambilan citra tembakau dilakukan dengan jarak antara kamera dengan objek(daun tembakau) : 70 cm.

Citra daun disini adalah foto daun tembakau yang diambil minimal dari 10 sampel daun yang telah diberi label.

Berikut adalah data citra daun tembakau yang telah diperoleh :



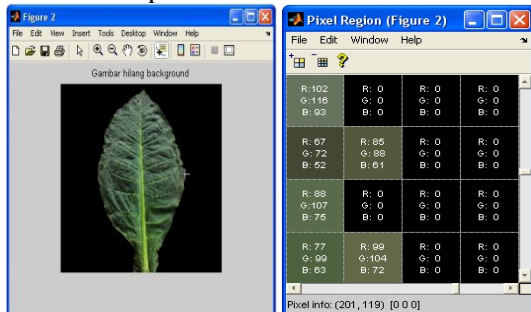
(a)

(b)

Gambar 4.1 : (a,b) Citra Asli Daun Tembakau dan pixelnya

4.2. Pemisahan Background

Data yang telah diperoleh, selanjutnya akan diproses guna memisahkan antara *foreground*(daun tembakau) dan *background*-nya (kain berwarna merah). Pemisahan *background* dilakukan supaya mempermudah proses segmentasi. Dalam hal ini kain merah dilakukan dengan mengganti nilai piksel dimana piksel yang memiliki nilai warna merah lebih besar dari nilai warna hijau dan biru (Citra RGB) akan dirubah menjadi hitam atau nilainya piksel-nya menjadi 0 untuk nilai tiap warna, sedangkan piksel yang memiliki nilai warna merah lebih kecil dari nilai warna hijau dan biru nilai pikselnya tidak berubah/tetap.

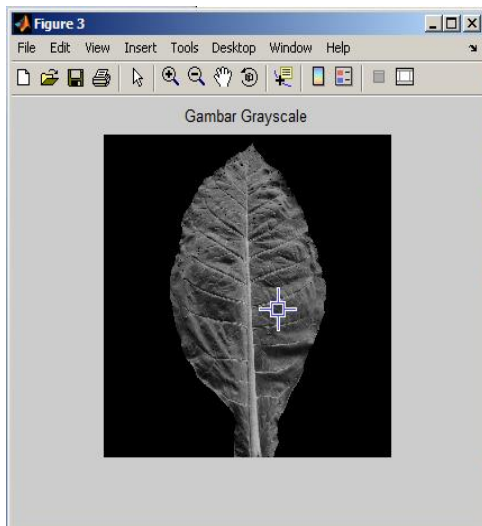


(a) (b)

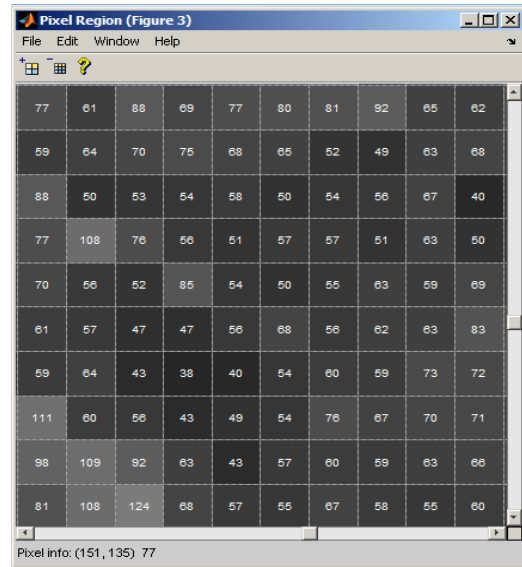
Gambar 4.2 : (a,b) Image Tembakau setelah pemisahan Background

4.3. Konversi Grayscale

Setelah dilakukan pemisahan background, citra gambar yang berupa citra warna (RGB) akan akan diubah menjadi citra aras keabuan / grayscale. Proses konversi citra daun tembakau (RGB) ke grayscale dilakukan dengan menggunakan fungsi `rgb2gray` yang sudah ada pada MATLAB.



(a)



(b)

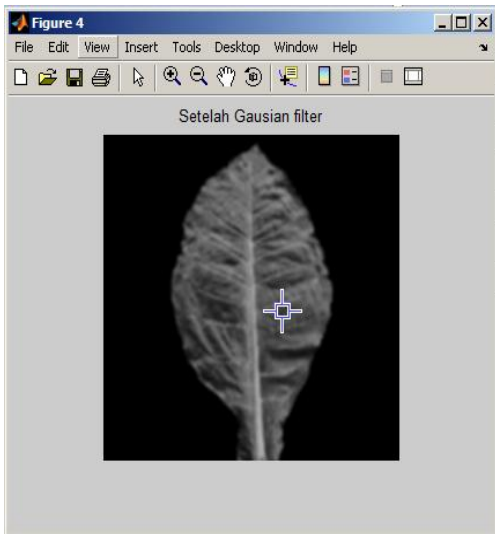
Gambar 4.3 : (a,b) Image Tembakau Setelah Grayscale Beserta Matrik pixelnya

4.4. Gaussian Filter

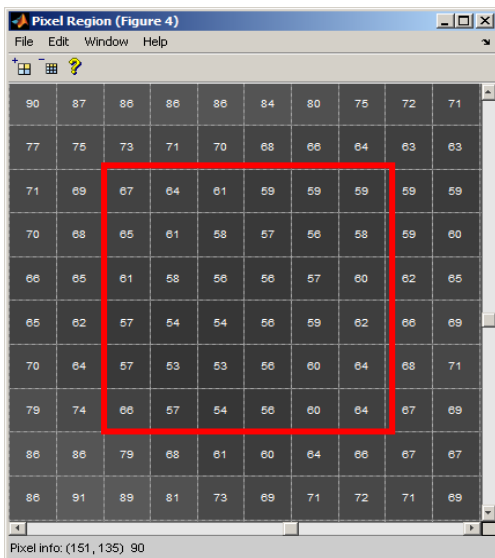
Tidak dapat dipungkiri bahwa citra yang diambil dari sebuah kamera akan mengandung beberapa noise. Untuk mencegah kesalahan deteksi tepi karena noise, maka noise tersebut harus dikurangi. Hal ini dapat dilakukan dengan proses smoothing atau juga disebut filtering. Oleh karena itu pertama kali harus dilakukan smoothing pada citra. Biasanya teknik yang digunakan pada tahap ini adalah filter Gaussian. Contoh hasil smoothing menggunakan filter Gaussian dengan standart deviasi=1.4 ditunjukkan pada Gambar 4.5.

Tabel 4.1 : Kernel Gaussian

$$\frac{1}{159} \begin{bmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{bmatrix}$$



(a)



(b)

Gambar 4.4 : (a,b) Image Tembakau Setelah Gaussian Filter Beserta Matrik Pixelnya

4.5. Deteksi Tepi Sobel

Metode sobel menggunakan matrik 3 x 3 dan susunan piksel-pikselnya disekitar piksel (x, y) seperti bagan berikut :

a_0	a_1	a_2
a_7	(x, y)	a_3
a_6	a_5	a_4

Dari diagram alir yang telah dijabarkan sebelumnya, maka dapat dijelaskan proses deteksi tepi dengan metode sobel adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai dari x-gradien

$S_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6)$, dengan c sebagai konstanta = 2.
Atau dalam mask/kernel

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2. Menghitung nilai dari y-gradien

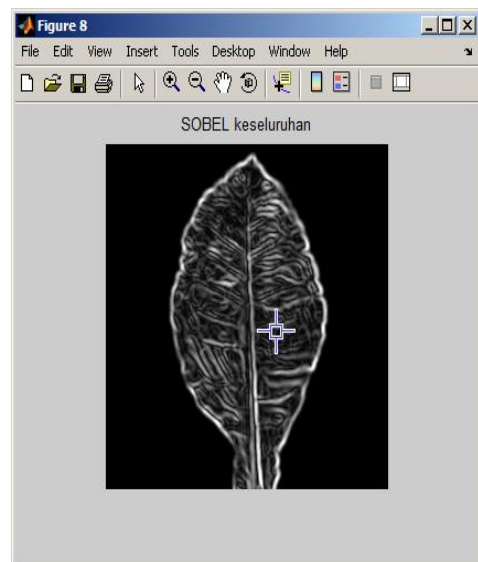
$S_y = (a_0 + ca_1 + a_2) - (a_6 + ca_5 + a_4)$, dengan c sebagai konstanta = 2..
Atau dalam mask/kernel

$$S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

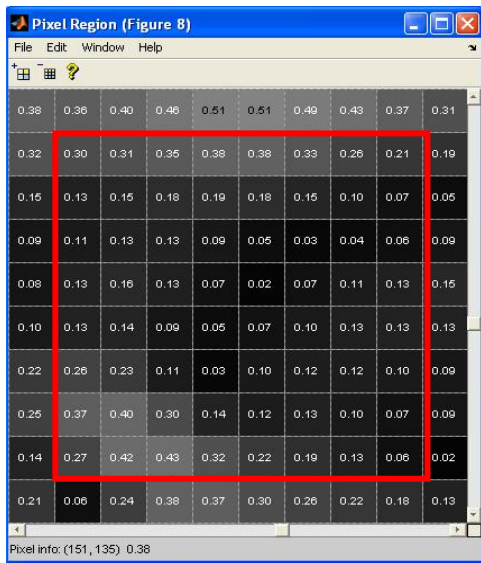
3. Menghitung nilai gradient magnitude

$$|S| = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

Diambil satu sampel objek daun tembakau untuk dilakukan penghitungan matrik dengan menggunakan kernel metode sobel 3 X 3. Disini dilakukan pengambilan data matrik 10 X 10 dari image gaussian filter yang dimulai dari pixel (151, 135) 90



(a)



(b)

Gambar 4.5 : (a,b) Image Tembakau Setelah Proses Deteksi Tepi Sobel dan pixelnya

4.6. Menghitung Arah Tepian (θ)

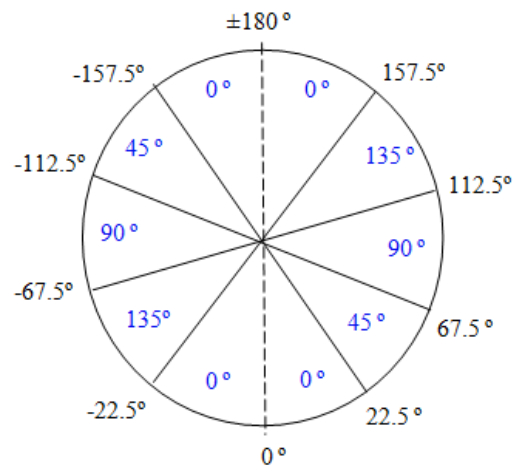
Menghitung arah tepian dengan memanfaatkan dua buah *template edge* arah horizontal(S_x) dan vertikal(S_y) pada operator sobel. Proses tersebut gambar terlihat telah menunjukkan tepinya dengan cukup jelas, namun demikian, tepi-tepinya terlalu lebar sehingga tidak menunjukkan dimana tepatnya tepi-tepinya. Untuk mengatasi hal tersebut, arah tepi harus ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$\theta = \tan^{-1} \frac{S_y}{S_x}$$

hasil perhitungan arah tepian dijabarkan dalam table berikut :

Tabel 4.2 : Hasil Perhitungan Arah Tepian

	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
135	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
136	*	-77.80°	-79.82°	-82.23°	-82.36°	-80.54°	-78.42°	-78.02°	-83.66°	*
137	*	-47.05°	-57.53°	-61.18°	-69.30°	-77.20°	-85.36°	∞°	-83.66°	*
138	*	-45°	-40.24°	-42.62°	-51.71°	-68.96°	45°	-15.26°	-55.30°	*
139	*	-47.39°	-45°	-52.43°	-69.44°	30.96°	-30.96°	-41.98°	-20.22°	*
140	*	-3.37°	-22.38°	-48.57°	65.55°	0°	-22.62°	-32.19°	-40.24°	*
141	*	45°	35.07°	33.11°	-23.20°	-2.29°	-7.59°	-11.31°	-8.75°	*
142	*	60.71°	52.13°	52.52°	78.69°	-42.27°	-25.02°	-15.64°	12.53°	*
143	*	69.44°	54.09°	54.58°	68.86°	-79.88°	-61.86°	-67.25°	-75.96°	*
144	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*



Gambar 4.6 : Pembagian Sudut Gradien Penentu Arah

Selanjutnya menentukan sudut gradien dengan cara membagi kedalam 4 arah, pembagiannya adalah :

- Jika $\theta > 0$ dan $\theta < 22.5$ atau $\theta > 157.5$ dan $\theta < -157.5$ maka 0
- Jika $\theta > 22.5$ dan $\theta < 67.5$ atau $\theta > -157.5$ dan $\theta < -112.5$ maka 45
- Jika $\theta > 67.5$ dan $\theta < 112.5$ atau $\theta > -112.5$ dan $\theta < -67.5$ maka 90

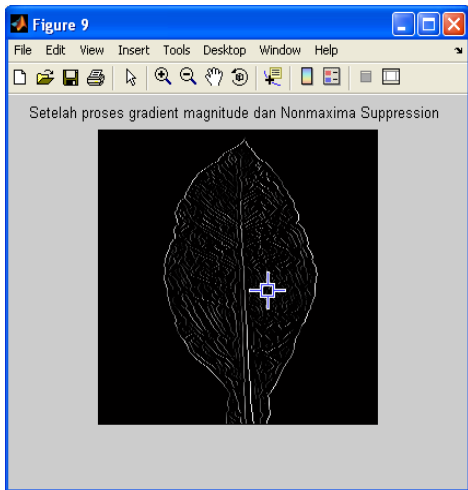
Jika $\theta > 112.5$ dan $\theta < 157.5$ atau $\theta > -67.5$ dan $\theta < -22.5$ maka 135

Tabel 4.3 : Hasil Penentuan Sudut Dari Perhitungan Arctangen

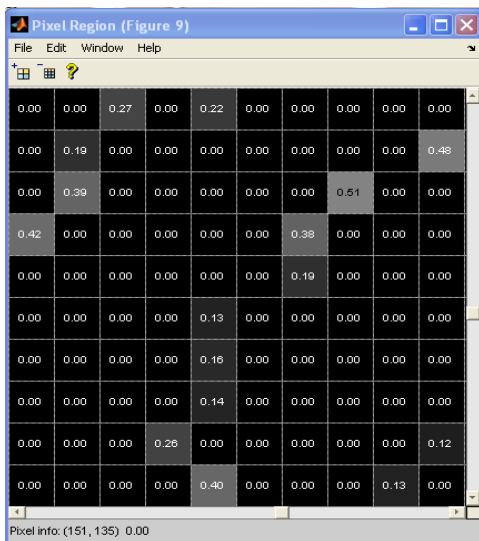
Piksel Ke-	θ	Sudut gradien	Piksel Ke-	θ	Sudut gradien
152,136	-77.80°	90°	152,140	-3.37°	0°
153,136	-79.82°	90°	153,140	-22.38°	0°
154,136	-82.23°	90°	154,140	-48.57°	135°
155,136	-82.36°	90°	155,140	65.55°	45°
156,136	-80.54°	90°	156,140	0°	0°
157,136	-78.42°	90°	157,140	-22.62°	135°
158,136	-78.02°	90°	158,140	-32.19°	135°
159,136	-83.66°	90°	159,140	-40.24°	135°
152,137	-47.05°	135°	152,141	45°	45°
153,137	-57.53°	135°	153,141	35.07°	45°
154,137	-61.18°	135°	154,141	33.11°	45°
155,137	-69.30°	90°	155,141	-23.20°	135°
156,137	-77.20°	90°	156,141	-2.29°	0°
157,137	-85.36°	90°	157,141	-7.59°	0°
158,137	∞°	∞°	158,141	-11.31°	0°
159,137	-83.66°	90°	159,141	-8.75°	0°
152,138	-45°	135°	152,142	60.71°	45°
153,138	-40.24°	135°	153,142	52.13°	45°
154,138	-42.62°	135°	154,142	52.52°	45°
155,138	-51.71°	135°	155,142	78.69°	90°
156,138	-68.96°	90°	156,142	-42.27°	135°
157,138	45°	45°	157,142	-25.02°	135°
158,138	-15.26°	0°	158,142	-15.64°	0°
159,138	-55.30°	135°	159,142	12.53°	0°
152,139	-47.39°	135°	152,143	69.44°	90°
153,139	-45°	135°	153,143	54.09°	45°
154,139	-52.43°	135°	154,143	54.58°	45°
155,139	-69.44°	90°	155,143	68.86°	90°
156,139	30.96°	45°	156,143	-79.88°	90°
157,139	-30.96°	135°	157,143	-61.86°	135°
158,139	-41.98°	135°	158,143	-67.25°	135°
159,139	-20.22°	0°	159,143	-75.96°	90°

4.7. Non-Maximum Supression

Langkah selanjutnya adalah membuang potensi gradien di suatu piksel dari kandidat edge, jika piksel tersebut bukan merupakan maksimal lokal pada arah edge di posisi piksel tersebut (disinilah arah gradien diperlukan). Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengubah tepi yang “kabur” pada citra gradien menjadi tepi yang “tajam”. lalu menentukan arah gradien terdekat sesuai dengan arah 8 ketetanggaan. Selanjutnya besar gradien piksel (x,y) dengan besar piksel pada titik dari dua arah yg ditentukan pada langkah sebelumnya. Jika besar gradien piksel (x,y) lebih besar dari kedua titik tadi, maka piksel tersebut dipertahankan. Tetapi jika gradiennya lebih kecil dari salah satu saja dari kedua titik tadi, maka piksel tersebut diubah menjadi 0.



(a)



(b)

Gambar 4.7 : (a,b) Image setelah Proses Non-maximum Supression dan pixelnya

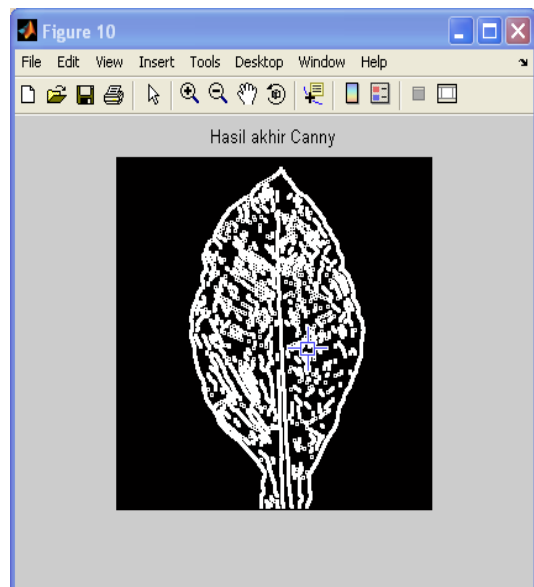
4.8. Hysteresis Thresholding

Hasil dari langkah non-maximum suppression adalah citra yang berisi kandidat edge serta intensitas dari kekuatan edge di posisi piksel tersebut. Langkah terakhir adalah thresholding atau klasifikasi tiap piksel apakah termasuk dalam kategori piksel tepi atau bukan.

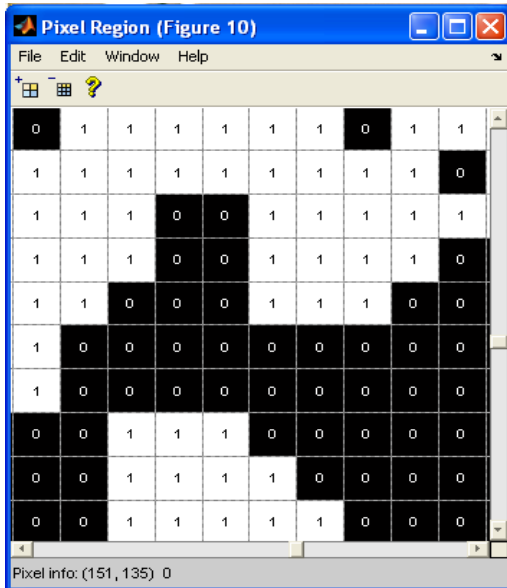
Sederhananya hysteresis thresholding bertujuan untuk klasifikasi dua buah nilai High-threshold dan Low-Threshold. suatu piksel untuk disahkan atau tidak sebagai piksel tepi jika nilainya lebih besar atau sama dengan ambang batas tersebut. thresholding tidak dilakukan secara langsung berdasarkan besar gradien piksel. Standarisasi lokal tiap-tiap piksel dengan arah 8 ketetanggaan dilakukan sebelum thresholding. Selanjutnya penentuan tepi dilakukan dengan cara mengganti pixel angka 0 atau 1 jika telah melewati syarat ambang batas yang ditentukan. Dalam hal ini penulis menentukan ambang batas atas(th) = 0.2, dan ambang batas bawah (tl)= 0.1, dengan Perhitungannya sebagai berikut :

- Jika pixel > th maka 0
- Jika pixel >= tl dan pixel <= th maka 1
- Jika pixel < tl maka 0

Pada proses ini juga dilakukan pengecekan pada pixel dari 8 arah tetangganya. Sehingga pixel image hanya sebagai 0 atau 1.



(a)

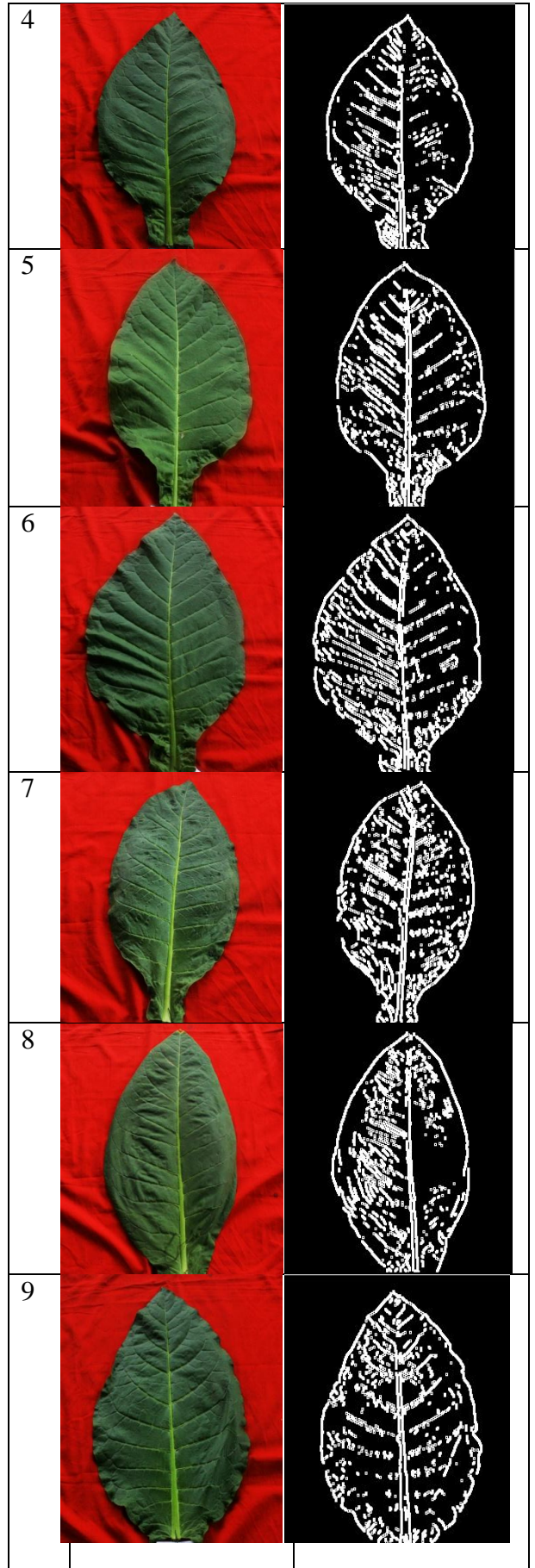


(b)

Gambar 4.8 : (a,b) Image setelah Proses Hysteresis Thresholding Dan Hasil Canny

Tabel 4.4 : Hasil Hasil Deteksi Tepi Canny

No	Citra Asli	Citra Hasil Deteksi Tepi Canny
1		
2		
3		





4.9. Tahap Evaluasi

Tahap Evaluasi dilakukan dengan pengujian untuk menilai tingkat akurasi metode yang dipilih untuk proses segmentasi citra daun tembakau.

a. Mean Squared Error (MSE)

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Mean Squared Error* (MSE) untuk mengetahui rata-rata kuadrat nilai kesalahan antara citra sebelum segmentasi dengan citra hasil segmentasi. Secara matematis MSE dapat dirumuskan :

$$MSE = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [f(x, y) - g(x, y)]^2$$

Dimana :

- $f(x, y)$ = nilai piksel citra referensi.
- $g(x, y)$ = nilai piksil citra hasil segmentasi.
- M, N = dimensi citra.

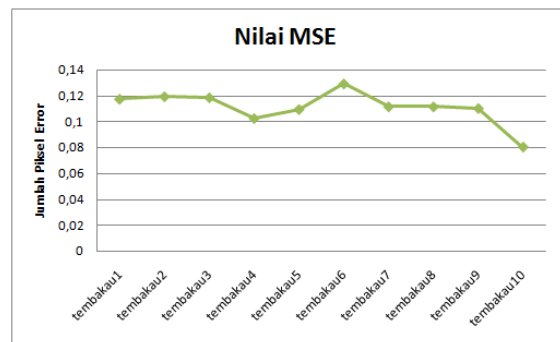
Proses perhitungan *Mean Squared Error* (MSE) :

1. Menghitung selisih nilai piksel citra referensi dengan nilai piksel citra hasil segmentasi kemudian dikuadratkan untuk setiap piksel.
2. Menjumlahkan hasil dari perhitungan diatas.
3. Menghitung dimensi citra.
4. Hasil perhitungan pada no.2 kemudian dibagi dengan jumlah dimensi no.3, maka akan dihasilkan nilai MSE

Hasil pengukuran ditunjukkan dalam tabel 4.5 dan grafik pada gambar 4.9

Tabel 4.5 : Tabel Nilai MSE

No	Image	Nilai MSE
1	tembakau1	0.1174
2	tembakau2	0.1194
3	tembakau3	0.1186
4	tembakau4	0.1023
5	tembakau5	0.1094
6	tembakau6	0.1294
7	tembakau7	0.1115
8	tembakau8	0.1115
9	tembakau9	0.1102
10	tembakau10	0.0800



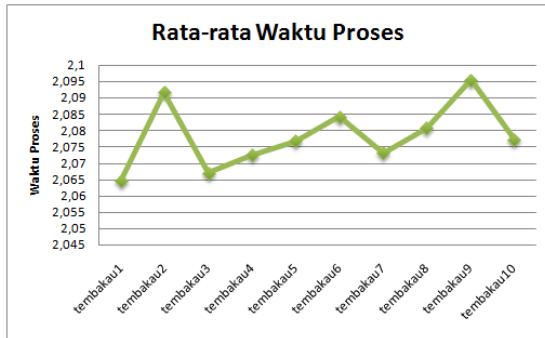
Gambar 4.9 : Pengukuran Nilai MSE

b. Waktu Proses

Selain melakukan pengukuran terhadap tingkat akurasi image, waktu proses deteksi tepi juga di ukur dengan 3 kali iterasi. Hasil pengukuran ditunjukkan dalam tabel dan grafik dibawah ini:

Tabel 4.6 : Tabel Waktu Proses Deteksi Tepi

No	Image Masukan	Waktu Proses
1	tembakau1.jpg	2.0646
2	tembakau2.jpg	2.0916
3	tembakau3.jpg	2.0671
4	tembakau4.jpg	2.0725
5	tembakau5.jpg	2.0769
6	tembakau6.jpg	2.0842
7	tembakau7.jpg	2.0731
8	tembakau8.jpg	2.0808
9	tembakau9.jpg	2.0955
10	tembakau10.jpg	2.0773



Gambar 4.10 : Rata-rata Waktu Proses Deteksi Tepi Canny.

5. PENUTUP

Dari hasil yang telah dicapai dalam pembuatan aplikasi sistem pakar ini, maka penulis mencoba untuk memberikan kesimpulan dan saran terhadap pengembangan sistem pakar selanjutnya

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penggunaan metode canny pada deteksi tepi daun tembakau merupakan langkah tepat, karena pendeteksi tepi ini sangat optimum dan menghasilkan pixel tepi minimum yang mendekati tepi sesungguhnya. Fitur nya dapat dikenali berdasarkan ukuran, bentuk dan tekstur maka hasilnya dapat dijadikan dasar klasifikasi untuk dibuat aplikasi dalam menentukan grade daun tembakau.
2. Hasil percobaan dari penelitian 10 citra masukkan yaitu citra tembakau memiliki nilai MSE yang berbeda dikarenakan masing-masing image masukan memiliki nilai pixel yang berbeda.
3. Image masukkan (tembakau) memiliki nilai rata-rata waktu proses yang berbeda, semakin besar pixel suatu image maka semakin lama waktu proses yang diperoleh. Namun apabila seluruh image terlebih dahulu diresize dengan nilai tertentu misalkan 256 X 256, maka hasil waktu rata-rata hampir mendekati kesamaan.

5.2. Saran

Dalam penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu beberapa saran yang dapat diberikan :

1. Proses akuisisi citra perlu direncanakan dengan baik, sebab hasil deteksi tepi sangat dipengaruhi oleh kualitas citra akuisisi.

2. Agar dalam proses pendeteksi tepi daun lebih mudah dilakukan, maka proses akuisisi citra daun tembakau sebaiknya menggunakan warna background yang berbeda dengan warna daun sehingga pengidentifikasian daun lebih mudah dikenali pendeteksi tepi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiman A & Onghokham, "Rokok Kretek dan Lintasan Sejarah dan Artinya Bagi Pembangunan bangsa dan Negara," PT Djarum: Kudus, 1997.
- [2] Bambang Cahyono, "Tembakau Budidaya dan Analisis Usaha Tani," Yogyakarta: Kanisius, 1998.
- [3] Xinhong Zhang and Fan Zhang, "Images Features Extraction of Tobacco Leaves," IEEE Computer Society, 2008.
- [4] Fan Zhang and Xinhong Zhang, "Classification and Quality Evaluation of Tobacco Leaves Based on Image Processing and Fuzzy Comprehensive Evaluation," Computers and Electronics in Agriculture, February 2011.
- [5] M. A. Shahin, E. W. Tollner, and R. W. McClendon, "Artificial Intelligence Classifiers for sorting Apples based on Watercore," 2001.
- [6] Bambang Cahyono, "Tembakau Budidaya dan Analisis Usaha Tani," Yogyakarta: Kanisius, 1998.
- [7] Tim Kim, Michael T Manry, and Javier Maldonado, "New Learning Factor and Testing Methods for Conjugate Gradient Training Algorithm" IEEE, pp. 2011-2016, 2003.
- [8] Abu Umar Basyir, "Mengapa Ragu Tinggalkan Rokok?," Jakarta: Pustaka At-Tazkia, 2006.
- [9] Edy Winarno, "Aplikasi Deteksi Tepi pada Realtime Video menggunakan Algoritma Canny Detection," Jurnal Teknologi Informasi Dinamik. Universitas Stikubank, Vol:16, No:1, Januari 2011.

- [10] Rinaldi Munir, "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik," Informatika: Bandung, 2004..
- [11] Marvin Chandra Wijaya, "Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab Image Processing Toolbox," Informatika: Bandung, 2007.
- [12] Sutoyo, T, dkk, "Teori Pengolahan Citra Digital," Penerbit Andi: Yogyakarta, 2009.
- [13] Darma Putra, "Pengolahan Citra Digital," Yogyakarta: Andi Offset, 2010.
- [14] Eri Prasetyo W, "Pengolahan Citra," Pusat Studi Mikroelektronika & Pengolahan Citra Universitas Gunadarma Jakarta, Juni 2008.
- [15] Zhulian Lesmana, "Analisis Suatu Objek Wajah Dengan Sisp Menggunakan Program Scilab" Universitas Gunadarma, 2011.
- [16] Rinaldi Munir, "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik," Informatika: Bandung, 2004.