

PERANCANGAN SISTEM OTOMATISASI KLASIFIKASI KUALITAS KULIT BERBASIS CITRA MENGGUNAKAN ALGORITMA *FUZZY LOGIC* TERINTEGRASI DENGAN PLC S7 – 1200 DI PT. KARYAMITRA BUDISENTOSA

Dodik Pradana¹, Rino Andias Anugraha², Denny Sukma Eka Atmaja³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, *Telkom University*
123dodikpradana@gmail.com¹, rino.kaprodi@gmail.com², dennysukma@gmail.com³

Abstrak

Kulit samak merupakan bahan utama dalam memproduksi sepatu di PT. Karyamitra Budisentosa. Hal yang harus diperhatikan dalam memproduksi sepatu kulit salah satunya adalah kualitas bahan material utama yaitu kulit samak. Proses inspeksi klasifikasi kualitas kulit yang masih manual menyebabkan ketidakakuratan hasil klasifikasi, proses produksi tidak maksimal dan menghasilkan produk cacat serta pelaporan data yang belum terorganisir dengan baik. Oleh sebab itu, dibutuhkan pengklasifikasian kualitas kulit samak yang tepat untuk memperoleh tingkat keakuratan yang baik dan pelaporan data yang otomatis. Model *fuzzy* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan klasifikasi kualitas kulit samak. Penelitian ini bertujuan mengaplikasikan model *fuzzy* dalam sistem otomatisasi klasifikasi tingkat kualitas kulit samak dan mendeskripsikan tingkat keakuratannya serta pelaporan data yang otomatis dan memberikan tampilan *interface* manusia dengan mesin. Proses yang dilakukan yaitu ekstraksi ciri untuk mendapatkan nilai *variance*, *standard deviation*, *entropy*, serta proses morfologi deteksi tepi sobel untuk mendapatkan luas cacat. Informasi tersebut digunakan sebagai input untuk pengolahan data menggunakan model *fuzzy* dalam klasifikasi tingkat kualitas kulit samak.

Model *fuzzy* yang telah dibangun akan dilakukan pengujian model dengan cara menentukan tingkat keakuratan dan error dari model tersebut. Tingkat keakuratan untuk data *training* 93.3% dengan error 6.7% sedangkan tingkat keakuratan untuk data *testing* 90% dengan error 10%.

Kata Kunci: Model *fuzzy*, Ekstraksi Ciri, Deteksi tepi, Sistem Otomasi

Abstract

Leather is the main material in the manufacture of shoes in PT. Karyamitra Budisentosa. It should be considered in producing leather shoes one of them is the quality of materials main leather. Classification of quality leather inspection process is still manual cause inaccuracies classification result, the production process was not optimal and produce defective products as well as the reporting of data that has not been well-organized. Therefore, it takes the classification of quality leather right to obtain a good level of accuracy and automated data reporting. Fuzzy model is one method that can be used to determine the classification of the quality of leather. This study applied fuzzy model in the automation system classification level of quality leather and describe the level of accuracy and automated data reporting and provide interface of man and machine. The process is done: feature extraction to obtain the variance, standard deviation, entropy, as well as morphological processes Sobel edge detection to get area of defect leather. The information is used as input for processing data using fuzzy model in the classification level of quality leather.

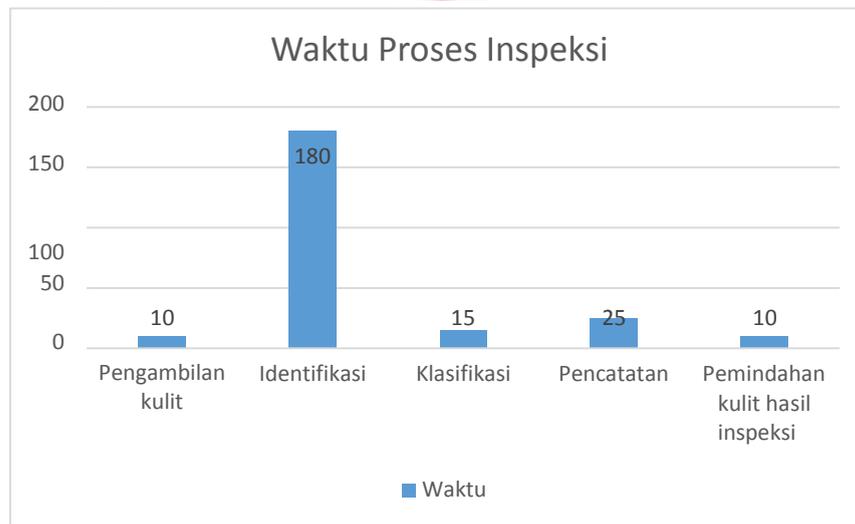
Fuzzy model that has been built will be testing the model by determining the level of accuracy and error of the model. The accuracy of 93.3% for the training data with error 6.7% while the level of accuracy for data testing error of 90% with 10%.

Keywords: *Fuzzy model, Feature Extraction, Edge Detection, Automation Systems*

1. Pendahuluan

PT. Karyamitra Budisantosa merupakan sebuah perusahaan eksportir yang berlokasi di Pasuruan, Jawa Timur dan bergerak di bidang manufaktur sandang, dengan memproduksi sepatu berbahan dasar kulit (Kemenperin, 2015). Dalam rangka pemenuhan kebutuhan ekspor sepatu kulit, dibutuhkan produk dengan kualitas yang dapat bersaing dengan produk negara lain (PT. Karyamitra Budisantosa, 2016). Kualitas sendiri adalah keseluruhan fitur dan karakteristik produk atau jasa yang mampu memuaskan kebutuhan yang tampak ataupun samar (Render dan Herizer, 2009). Pada proses manufaktur yang berlangsung di PT. Karyamitra Budisantosa, samak kulit sebagai bahan baku mayor menjadi salah satu komponen utama yang menentukan kualitas sepatu sebagai produk akhir perusahaan. Tingginya tingkat korelasi antara kualitas produk akhir dengan kualitas samak kulit sebagai bahan utama dikuatkan dengan eksistensi *Quality Control of Incoming Leather (QCIL) Department* pada PT. Karyamitra Budisantosa. Dari hasil pengamatan langsung oleh peneliti di lapangan, diketahui bahwa proses inspeksi oleh Departemen QCIL dilakukan secara manual oleh 18 orang operator yang terbagi rata pada sembilan *workstation* inspeksi. Proses inspeksi juga melibatkan kegiatan administratif, operator melakukan pencatatan atau dokumentasi mengenai informasi dari setiap kulit yang telah diperiksa

Rangkaian proses inspeksi pada Departemen QCIL memerlukan waktu selama 240 detik untuk melakukan inspeksi pada satu lembar kulit dengan luas rata-rata per lembar sebesar 10 *squarefeet* secara manual melibatkan aktifitas-aktifitas yang dijabarkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Inspeksi Kualitas Kulit

Hasil dari proses inspeksi adalah klasifikasi kualitas kulit dengan standar yang didokumentasikan oleh perusahaan, permukaan samak kulit dibagi menjadi tiga kategori kualitas, yang dinilai berdasarkan persentase permukaan kulit yang tidak cacat (memiliki *cutting value*). Tabel 1.1 menunjukkan ketiga kategori kualitas permukaan kulit tersebut.

Tabel 1.1 Tiga Kategori Kualitas Permukaan Kulit (Departemen QCIL, 2016)

% GOOD (<i>Cutting Value</i>)	> 90%	> 65%	> 40%
Kategori Kualitas	A = B	C	TR

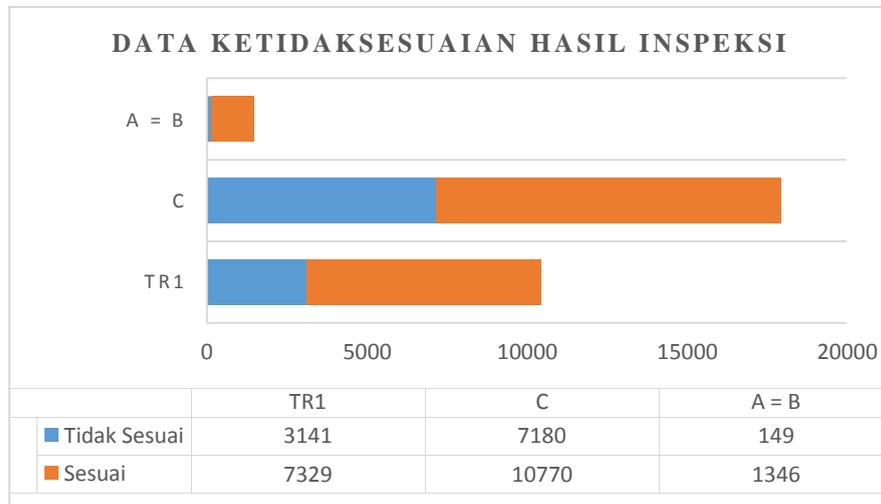
Ketiga kategori yang telah dideskripsikan diatas merupakan persentase area permukaan kulit tanpa cacat yang kemudian didistribusikan kepada *Cutting Department* sesuai dengan kualitasnya. Menurut standar Departemen QCIL PT. Karyamitra Budisantosa, kriteria atau jenis cacat permukaan tersebut dibagi menjadi delapan jenis cacat yang diperoleh dan dianalisa dari hasil pendekatan langsung dengan operator inspeksi dan pihak lain yang terkait dengan kualitas samak kulit. Kedelapan kriteria cacat pada penelitian ini merupakan cacat visual yang dapat dideteksi secara manual, tidak termasuk cacat yang ada di dalam serat kulit dan tidak terlihat pada permukaan.

Error! Reference source not found. menunjukkan deskripsi dari delapan kriteria jenis cacat pada kulit yang biasa disebabkan faktor lingkungan pertumbuhan ternak penghasil kulit.

Tabel 1.2 Definisi dan Kriteria Cacat PT. Karyamitra Budisentosa

No	Jenis Cacat	Tampilan Cacat dan Definisi
1	Cacat Pori	Lubang pori-pori terlalu besar dengan dimensi ≥ 1 mm
2	Cacat <i>loose</i> / Gembos	Lipatan-lipatan permukaan paling luar kulit yang akan terkelupas
3	Cacat urat	Tonjolan atau lekukan berupa garis acak dengan diameter garis ≥ 1 mm
4	Cacat kutu	Formasi titik tidak beraturan dengan dimensi luas ≤ 3 mm
5	Cacat kerut	Kerutan pada kulit, dengan dimensi luas garis kerutan ≥ 1 mm
6	Cacat galar	Kerutan pada kulit jenis kambing, dengan dimensi luas garis kerutan ≥ 2 mm
7	Cacat <i>mill</i> besar	Cacat yang disebabkan oleh karena pemotongan, atau pengecapan pada ternak
8	Cacat mata ikan	Titik dengan dimensi luas ≥ 2 mm

. Data ketidaksesuaian pada inspeksi jenis kulit tersebut diperlihatkan pada Gambar 1. 2.



Gambar 1. 2 Data Ketidaksesuaian Hasil Inspeksi (Departemen QCIL, 2016)

Dari total 22917 lembar kulit yang diinspeksi, sebanyak 10471 lembar kulit perlu dikembalikan oleh *Cutting Department* untuk inspeksi lebih lanjut dikarenakan ketidaksesuaian pada penentuan kualitas kulit. Penelitian ini merancang sebuah sistem yang berfokus pada otomatisasi proses pemeriksaan untuk klasifikasi kulit samak. Dengan demikian, kita perlu teknik klasifikasi yang tepat untuk kulit cacat agar mendapatkan hasil klasifikasi yang baik sehingga ketidaksesuaian kualitas kulit yang ada dapat dikurangi. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model logika fuzzy yang mampu menangani ambiguitas, ketidakpastian variabel yang digunakan (Mulato, 2014).

Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai deteksi dan klasifikasi *defect* pada kulit seperti penelitian yang dilakukan oleh Jian (2005) menggunakan teknik pengolahan citra dengan metode statistik *Gray Level Co-occurrence Matrices* (CLGM) untuk ekstraksi ciri dari citra kulit dalam klasifikasi *defect* kulit. Namun metode

yang diusulkan pada penelitian tersebut hanya mengelompokkan *defect* kulit seperti yaitu rusak karena terpotong, goresan, cap dan kelainan.

2. Landasan Teori

2.1 Kualitas Kulit Samak

Kualitas telah menjadi salah satu faktor penting dalam pengambilan keputusan untuk pemilihan antara produk dan jasa. Ketika kualitas baik menyebabkan keberhasilan bisnis, pertumbuhan dan peningkatan daya saing. Adapun pengertian kualitas dalam ISO 8402 dan Standar Nasional Indonesia adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu. Menurut standar Departemen QCIL PT. Karyamitra Budisentosa, Klasifikasi kualitas kulit dengan standar yang didokumentasikan oleh perusahaan, permukaan samak kulit dibagi menjadi tiga kategori kualitas, yang dinilai berdasarkan persentase permukaan kulit yang tidak cacat (memiliki *cutting value*). Tabel 1.12 menunjukkan ketiga kategori kualitas permukaan kulit tersebut.

Tabel 2. 1 Tiga Kategori Kualitas Permukaan Kulit (Departemen QCIL, 2016).

% <i>GOOD</i> (<i>Cutting Value</i>)	> 90%	> 65%	> 40%
Kategori Kualitas	A = B	C	TR

Ketiga kategori yang telah dideskripsikan diatas merupakan persentase area permukaan kulit tanpa cacat yang kemudian didistribusikan kepada *Cutting Department* sesuai dengan kualitasnya.

2.2 Pengolahan Citra Digital

Citra (*image*) adalah representasi spasial dari suatu objek yang sebenarnya dalam bidang dua dimensi yang biasanya ditulis dalam koordinat stasius x-y, dan setiap koordinat merepresentasikan satu sinyal terkecil dari objek. Citra digital adalah fungsi intensitas warna dua dimensi $f(x,y)$, dengan x dan y mewakili koordinat lokasi suatu titik dan nilai dari fungsi yang merupakan tingkat intensitas warna atau tingkat keabu-abuan dari titik tersebut. Citra digital merupakan representasi dari suatu objek nyata yang dapat dikenali oleh computer.

Menurut Efford (2000) dalam Kadir dan Susanto (2013), pengolahan citra adalah istilah umum untuk berbagai teknik yang keberadaannya untuk memanipulasi dan memodifikasi citra dengan berbagai cara.

A. Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital dengan tujuan melakukan akuisisi citra untuk menentukan data yang diperlukan dan memilih metode perekaman citra digital.

B. Sistem warna RGB

Citra berwarna, atau biasa dinamakan citra RGB, merupakan jenis citra yang menyajikan warna dalam bentuk komponen R (merah), G (hijau), dan B (biru). Setiap komponen warna menggunakan 8 bit (nilainya berkisar antara 0 sampai dengan 255). Dengan demikian, kemungkinan warna yang bisa disajikan mencapai $255 \times 255 \times 255$ atau 16.581.375 warna (Kadir dan Susanto, 2013).

C. Pre-processing

Tahapan ini diperlukan untuk menjamin kelancaran pada proses berikutnya. Hal-hal yang penting dilakukan khususnya pada proses klasifikasi kualitas kulit samak.

Nilai kontras, Agar pengolahan citra dapat dilakukan dengan maksimal dan menghasilkan hasil yang baik maka sebaran intensitas pencahayaan pada objek gambar harus merata, sehingga cacat objek penelitian dapat terdeteksi dengan baik. Maka dari itu perlu dilakukan penyesuaian nilai kontras pada citra kulit samak yang akan diolah.

D. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi merupakan tahapan mengekstrak ciri atau informasi dari objek di dalam citra yang ingin dikenali atau dibedakan dengan objek lainnya. Ciri yang telah diekstrak kemudian digunakan sebagai parameter atau nilai masukan untuk membedakan antara objek satu dengan lainnya pada tahapan identifikasi atau klasifikasi. Ciri yang umumnya diekstrak antara lain (Marques, 2002):

- a. Bentuk
- b. Ukuran
- c. Tekstur
- d. Warna

Pada penelitian ini parameter atau informasi yang akan digunakan untuk melakukan identifikasi atau klasifikasi dari kualitas kulit samak yaitu tekstur karena cacat yang dideteksi yaitu pada struktur permukaan kulit samak.

E. Deteksi tepi

Deteksi tepi berfungsi untuk memperoleh tepi objek. Setelah dilakukan proses grayscale selanjutnya citra dianalisis dengan menggunakan deteksi tepi. Metode deteksi yang digunakan pada penelitian ini adalah operator *canny*.

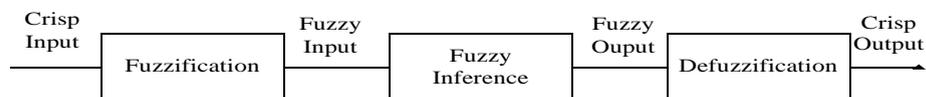
F. Model *Fuzzy*

Logika Fuzzy adalah peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Saat logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah biner (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika fuzzy menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran.

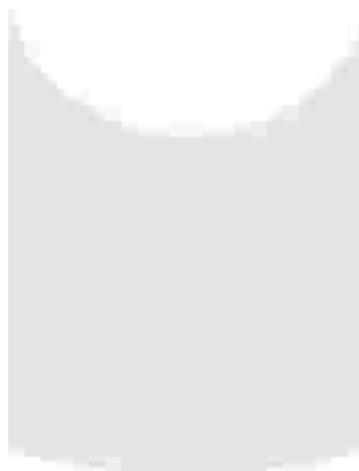
Logika Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan”, dan “sangat”. Logika ini berhubungan dengan set fuzzy dan teori kemungkinan. Logika fuzzy diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965.

Sistem Fuzzy Logic telah digunakan sebagai metode dalam pemecahan masalah seperti kontrol, identifikasi pola, dan pengolahan gambar. Menerapkan pendekatan Fuzzy Logic untuk sistem pengolahan citra membawa sifat Fuzzy Logic seperti [5] : Diagram blok proses fuzzy logic ditunjukkan dalam Gambar . 2

- fleksibilitas yang besar, karena kemudahan memodifikasi atau menambahkan fungsionalitas lebih ke sistem
- Besar toleransi data yang tidak tepat
- Pengalaman ahli manusia dapat digunakan sebagai *fuzzy rule*.
- Logika Fuzzy didasarkan pada bahasa alami, bahasa alami telah berkembang selama berabad-abad untuk menjadi nyaman, mudah dan efisien, oleh karena itu aman untuk mengasumsikan bahwa Fuzzy Logic juga mudah digunakan bila dibandingkan dengan metode lain.



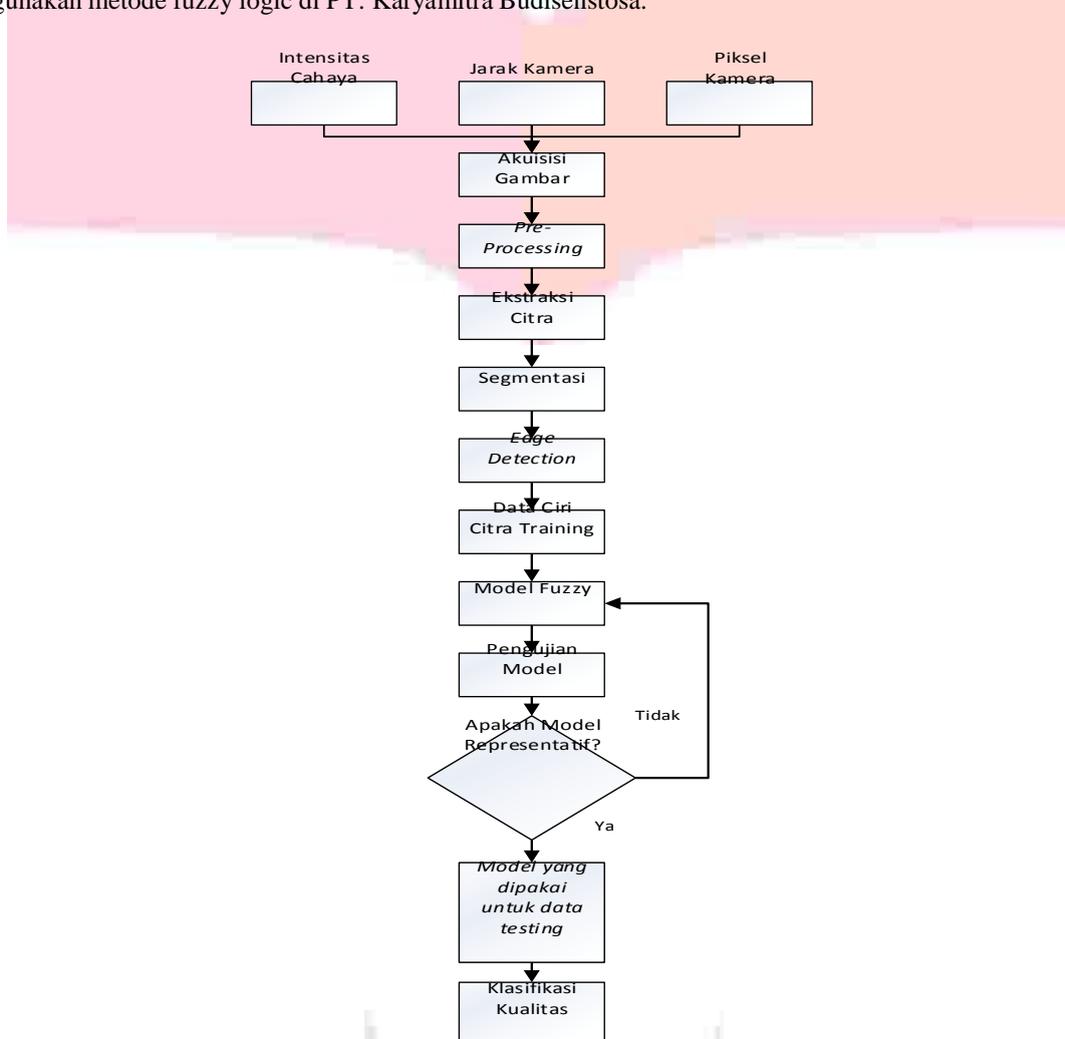
Gambar 2.1 Fuzzy Logic Process



3. Metode Penelitian

3.1 Model Konseptual

Model konseptual merupakan suatu kerangka untuk menjabarkan permasalahan yang terjadi pada penelitian. Tujuan pembuatan model konseptual adalah untuk mempermudah pembaca dalam memahami proses penelitian serta komponen-komponen yang terlibat didalamnya. Dengan adanya model konseptual maka akan mempermudah dalam memahami apa yang menjadi komponen-komponen, proses, hingga tujuan yang akan dicapai dari penelitian tersebut. Penelitian ini terfokus pada penelitian perancangan sistem otomasi pada klasifikasi kualitas kulit samak menggunakan metode fuzzy logic di PT. Karyamitra Budisenstosa.



Gambar 3.1 Model Konseptual

Gambar 3.1 menerangkan konsep dari penelitian yang dilakukan oleh penulis, Akuisisi gambar adalah tahap pertama pada image processing yaitu mengambil citra yang akan dilakukan proses klasifikasi kualitas cacat pada kulit samak. Pada tahap akuisisi citra dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu intensitas cahaya, jarak kamera, dan piksel kamera, untuk mendapatkan gambar yang baik maka faktor yang akan diproses perlu diatur dan disesuaikan. Setelah mendapatkan intensitas cahaya dan jarak kamera yang tepat dalam akuisisi citra, proses selanjutnya yaitu dilakukan pre-processing tahapan ini diperlukan untuk menjamin kelancaran pada proses berikutnya. Hal-hal yang penting dilakukan khususnya pada proses inspeksi kualitas permukaan kulit samak diantaranya peningkatan kualitas citra (kontras, brightness, dll), menghilangkan noise, dan konversi grayscale. Setelah citra berbentuk gray proses selanjutnya yaitu ekstraksi ciri pada citra untuk mendapatkan nilai informasi dari objek di dalam citra yang ingin dikenali atau dibedakan dengan objek lainnya. Ciri yang telah diekstrak kemudian digunakan sebagai parameter atau nilai masukan untuk membedakan antara objek satu dengan lainnya pada tahapan identifikasi atau klasifikasi. Pada tahap segmentasi, citra diubah dari bentuk gray menjadi biner, dipartisi menjadi bagian-bagian pokok yang mengandung informasi penting. Pada tahap segmentasi dilakukan deteksi tepi untuk melokalisasi titik-titik tepi yang berfungsi mengidentifikasi garis batas (boundary) dari objek cacat yang terdapat pada citra, dari proses ini dilakukan penghitungan luas area dari cacat dengan cara menghitung nilai piksel dari objek cacat.

Selanjutnya informasi ciri gambar dari proses ekstraksi ciri citra dan informasi luas cacat dari segmentasi citra digunakan sebagai input dalam pengolahan data untuk proses klasifikasi dengan model fuzzy logic. Data yang sudah diolah dengan model fuzzy ini disebut sebagai data latih dan kemudian akan diuji tingkat keakurasiannya sehingga dapat diketahui apakah data latih tersebut representatif terhadap data sebenarnya. Kemudian pengujian model fuzzy dengan menggunakan data uji untuk proses klasifikasi kualitas cacat pada kulit samak.

4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

4.1 Objek Penelitian

Objek penelitian yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah kulit samak jenis *nappa leather* dengan dimensi 13 x 17 cm. Fokus pengamatan adalah klasifikasi kualitas kulit samak dengan jenis cacat bintik (cacat kutu).

4.2 Jenis dan Sumber Data

Pada penelitian ini, penulis menggunakan beberapa jenis data.

1. Data Primer, berupa foto-foto kulit samak dari berbagai kelas kualitas.
2. Data sekunder, adalah data primer yang sudah diolah lebih lanjut dan disajikan dengan baik oleh pihak pengumpul data primer atau pihak lainnya. Data yang penulis gunakan diolah dari foto-foto kulit samak yang telah dipersiapkan.

Selain itu, penulis juga mengumpulkan data melalui studi literature, yaitu dengan mempelajari jurnal dan hasil penelitian yang sudah ada untuk mendapatkan pemahaman tentang analisis tekstur.

4.3 Analisis Kebutuhan Perangkat

Tujuan dari proses analisa kebutuhan aplikasi adalah untuk mengetahui sifat dari kebutuhan sistem sehingga mempermudah dalam perancangan. Proses analisis meliputi analisis kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras, termasuk analisis terhadap kebutuhan sistem.

1. Kebutuhan Perangkat Lunak:

- a. Software Matlab
- b. Software TIA Portal V.12
- c. Software Intouch 9.0

2. Kebutuhan Perangkat Keras:

- a. PC dengan spesifikasi:
 - Intel Core i5 M460 @2,53 GHz (4CPUs)
 - Memory 2048 MB RAM
 - Display Intel (R) HD Graphics
- b. Kamera Webcam
- c. Rig Penelitian
- d. Kain Hitam Cotton Non Polister
- e. Lampu Fluores Cent
- f. PLC S7-1200
- g. Lux Meter Digital
- h. Inverter
- i. Motor
- j. Konveyor

4.4 Pengolahan Data

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital dengan tujuan melakukan akuisisi citra untuk menentukan data yang diperlukan dan memilih metode perekaman citra digital. Tahap ini dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti intensitas cahaya, jarak kamera, dan piksel kamera.

Langkah selanjutnya yaitu mengubah citra tipe RGB (*Red, Green, Blue*) menjadi *grayscale*. Langkah ini menggunakan dua faktor dari desain eksperimen yaitu ambang batas (*threshold*) dan kontras. Kontras dalam penelitian ini menggunakan 47. Setelah mengkonversi dalam gambar *grayscale*, langkah berikutnya adalah gambar ekstraksi menggunakan GLCM (*Gray Level Co-occurrence Matrix*). Ekstraksi fitur adalah proses yang mengambil ciri dari objek di dalam citra. Berikut beberapa atribut yang dihitung dari GLCM yaitu *variance*, *standard deviation*, dan *entropy*.

Langkah selanjutnya yaitu konversi citra tipe *grayscale* menjadi tipe biner, kemudian citra dilakukan proses deteksi tepi dengan metode *sobel* untuk mendapatkan luas area cacat pada permukaan kulit samak.

- i. Luas area: menggunakan proses segmentasi citra untuk menghitung luas area cacat (citra bernilai 1).

Tahap selanjutnya yaitu membentuk model *fuzzy* [7]

1. **Fuzzification**, adalah nilai-nilai yang diubah menjadi kelas keanggotaan untuk himpunan *fuzzy*, nilai-nilai masukan ditabulasikan ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Table 4.1 Crisp Input Variables

Data	Range
variance	37.6973 – 164.44
Standard deviation	6.139 – 12.8234
entropy	4.602 – 5.4824
Luas	0 – 19182.9

2. **Inference**, nilai keanggotaan untuk premis setiap aturan dihitung, dan diterapkan pada bagian kesimpulan dari setiap aturan. Hasil dalam satu bagian *fuzzy* akan ditugaskan untuk setiap variable output dalam setiap aturan.
3. **Defuzzification**, is used to convert the fuzzy output set to a crisp number.

Tahap akhir yaitu merancang sistem otomasi klasifikasi kualitas kulit samak dengan *image* processing menggunakan model *fuzzy* terintegrasi dengan HMI dan PLC s7-1200 serta database menggunakan Microsoft Excel.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1 Defect Identification

Proses validasi untuk model *fuzzy* dilakukan dengan cara menguji data yang telah diolah menggunakan data uji yang akan diproses dalam model *fuzzy*. Data uji terdiri dari 10 citra cacat, 10 citra normal dan 10 citra TR.

Pengujian model ditunjukkan pada Tabel 5.1 dan antarmuka diilustrasikan dalam Gambar.5.1

Tabel 5.1 Defect Identification Result

Data Image	Output Asli	Output Model	Information
Data Test 1	Cacat	Cacat	TRUE
Data Test 2	Cacat	Cacat	TRUE
Data Test 3	Cacat	Cacat	TRUE
Data Test 4	Cacat	Cacat	TRUE
Data Test 5	Cacat	Cacat	TRUE
Data Test 6	Cacat	Cacat	TRUE
Data Test 7	Cacat	Cacat	TRUE
Data Test 8	Cacat	Cacat	TRUE
Data Test 9	Cacat	Cacat	TRUE
Data Test 10	Cacat	Cacat	TRUE
Data Test 11	Normal	Normal	TRUE
Data Test 12	Normal	Normal	TRUE
Data Test 13	Normal	Normal	TRUE
Data Test 14	Normal	Normal	TRUE
Data Test 15	Normal	Normal	TRUE
Data Test 16	Normal	Normal	TRUE
Data Test 17	Normal	Normal	TRUE
Data Test 18	Normal	Normal	TRUE
Data Test 19	Normal	Normal	FALSE
Data Test 20	Normal	Normal	TRUE
Data Test 21	TR	TR	TRUE
Data Test 22	TR	TR	TRUE
Data Test 23	TR	Cacat	FALSE
Data Test 24	TR	TR	TRUE
Data Test 25	TR	TR	TRUE
Data Test 26	TR	TR	TRUE

Data Test 27	TR	TR	TRUE
Data Test 28	TR	Cacat	FALSE
Data Test 29	TR	TR	TRUE
Data Test 30	TR	TR	TRUE

Dari Tabel V.4 terlihat bahwa dari 30 data test didapatkan data yang cocok sebanyak 27 data, dan data yang tidak cocok sebanyak 3 data. Sehingga nilai akurasi dari pengujian yang dilakukan adalah sebanyak 90%.

Tabel 5.1 Waktu *image processing* model *fuzzy* (satuan dalam detik)

Data Image	Output Asli
Data Test 1	27.058
Data Test 2	27.08021
Data Test 3	27.10385
Data Test 4	27.06737
Data Test 5	27.09641
Data Test 6	27.09908
Data Test 7	27.11354
Data Test 8	27.09376
Data Test 9	27.0894
Data Test 10	27.0903
Data Test 11	27.10485
Data Test 12	27.12145
Data Test 13	27.07446
Data Test 14	27.11989
Data Test 15	27.07287
Data Test 19	27.07764
Data Test 20	27.07797
Data Test 21	27.07796
Data Test 27	27.07032
Data Test 28	27.09379
Data Test 29	27.09355
Data Test 30	27.08197

Dari Tabel V.6 terlihat bahwa dari 30 data tes didapatkan rata-rata waktu dalam setiap proses adalah 27.089 detik. Sehingga rata-rata waktu yang diperlukan untuk melakukan proses klasifikasi kualitas kulit adalah sekitar 27.089 detik.

6. Kesimpulan

Proses penentuan klasifikasi kualitas kulit dengan menggunakan model *fuzzy* dengan cara pengolahan gambar kulit. Pengolahan pertama yaitu mengubah ekstensi gambar kulit dari RGB menjadi *grayscale*. Gambar hasil *grayscale* diekstraksi tekstur GLCM untuk memperoleh nilai *variance*, *standard deviation*, *entropy*. Kemudian ekstraksi bentuk dengan deteksi tepi metode sobel menghasilkan luas area. Nilai dari ekstraksi ciri dari gambar akan digunakan sebagai *input* dalam model *fuzzy* sedangkan *output* merupakan hasil klasifikasi kualitas kulit samak yaitu A=B, C, dan TR. Setelah diperoleh nilai hasil ekstraksi maka dibentuk himpunan universal untuk *input* dan *output*. Selanjutnya mendefinisikan himpunan *fuzzy* untuk setiap *input* dan *output*. Membentuk aturan *fuzzy* dari *input* dengan menggunakan definisi himpunan *fuzzy*. Melakukan inferensi dari aturan *fuzzy* dan yang terakhir melakukan defuzzifikasi terhadap aturan-aturan yang ada. Setelah proses selesai maka diperoleh sistem *fuzzy*. Sistem *fuzzy* yang terbentuk akan digunakan untuk menentukan tingkat kematangan data *training*. Tingkat keakuratan klasifikasi kualitas kulit samak untuk data *training* sebesar 93.3% dengan *error* 6.7% dan data *testing* sebesar 90% dengan *error* 10%.

7. Daftar Pustaka

- [1] Abdul Kadir, A. S. (2013). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [2] Astian, M. B. (2015). *Perancangan User Requirement Specification (URS) Sistem Otomasi Terintegrasi pada Stasiun Exturning, Drilling, Chamfering, dan Threading di PT. ABC*. Bandung: Telkom University.
- [3] Groover, M. P. (2001). *Otomasi, Sistem Produksi, dan Computer-Integrated Manufacturing*. New Jersey: Pearson.
- [4] Jay Heizer, B. R. (2009). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- [5] Kulkarni, A. D. (2001). *Computer Vision and Fuzzy Neural Systems*. New Jersey: Prentice Hall PTR.
- [6] Marques O, F. B. (2002). *Content-Based Image and Video Retrieval*. Florida Atlantic University Boca Raton, FL, USA: Kluwer Academic Publisher.
- [7] Mulato, F. Y. (2014). Klasifikasi Kematangan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium Guajava*) dengan Menggunakan Model Fuzzy. In *SKRIPSI* (p.3). Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- [8] QCIL, D. Q. (2016). Pasuruan: PT. KARYAMITRA BUDISENTOSA.