

**SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS BUAH APEL BERBASIS
CITRA *THERMAL* MENGGUNAKAN METODE JARINGAN
SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Strata 1**



OLEH:

RENY PAMELA SARI

09011181520118

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS BUAH APEL BERBASIS
CITRA *THERMAL* MENGGUNAKAN METODE JARINGAN
SYRAF TIRUAN *BACKPROPAGATION***

TUGAS AKHIR

Disajikan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Strata I

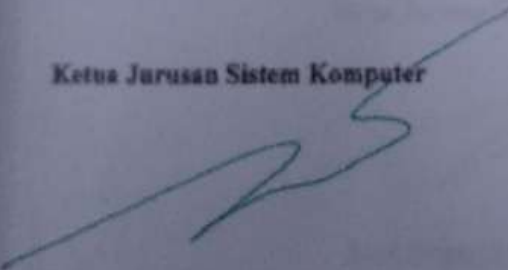
Oleh :

RENY PAMELA SARI
09011181520118


Indralaya, Januari 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer


Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Pembimbing Tugas Akhir


Sutarno, S.T., M.T.
NIP. 197811012010121003

HALAMAN PERSETUJUAN


Telah diuji dan lulus pada:


Hari : Jum'at

Tanggal : 06 Desember 2019

Tim Penguji :

1. Ketua : Huda Ubaya, S.T., M.T.
2. Sekretaris : Sutarno, S.T., M.T.
3. Anggota I : Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T.
3. Anggota II : Muhammad Ali Buchari, M.T.

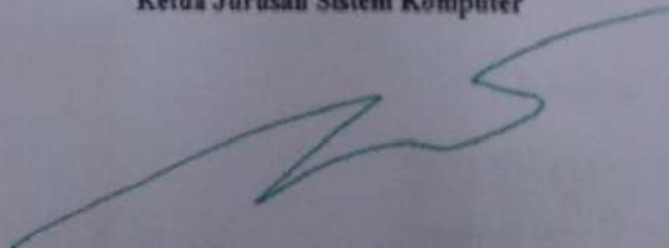




06/12/2019

s/a/b

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, S.T., M.Eng.

NIP. 197806112010121004

BALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Reny Pamela Sari

NIM : 09011181520118

Judul : Sistem Klasifikasi Kualitas Buah Apel Berbasis Citra *Thermal*
Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*.

Hasil Penyecekan *Software IThenticate/Turnitin* : 9%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, Januari 2020



Reny Pamela Sari

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “**SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS BUAH APEL BERBASIS CITRA *THERMAL* MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*”**”.

Dalam laporan ini penulis menjelaskan mengenai pengolahan citra berbasis *thermal camera* untuk mengklasifikasi kulit buah apel dengan disertai data-data yang diperoleh penulis saat melakukan pengujian. Penulis berharap agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi orang banyak dan menjadi bahan bacaan bagi yang tertarik untuk meneliti di bidang pengolahan citra tentang kualitas buah apel menggunakan *thermal camera*.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak atas ide dan saran serta bantuannya dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Ayah dan Ibu saya tercinta yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih sayang dan mendidik saya sehingga saya bisa menyelesaikan pendidikan jenjang strata ini.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Rossi Passarella, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Sutarno, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran

dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Bapak Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T., selaku Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.
6. Mbak Winda Kurnia Sari selaku admin jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
7. Adik-adik saya Rafliansyah dan Sabrina Aulia Kamila yang selalu mendukung saya. Serta keluarga besar saya tidak bisa saya sebutkan satu per satu.
8. Sepupu-sepupu saya Ade Safitri, Rahmdhania Jaudis Fadyah, Desandriani Aulia Fadyah, dan Putri Meilinda.
9. Sicilia Paledya dan Nina Elvira sahabat seperjuangan dan sahabat tercinta dari awal masuk kuliah sampai sekarang.
10. Sahabatku Nurul Hikma, Yulia Utami Ningsih, Ferlita dan Rahmi.
11. Sahabat saya Helda, Tara, Elia, Alfia, Anggie, Audiyah, Fitrah, Panca, Rendu dan Eva.
12. Dea, Alya, Dillah, Wahyu, Bc, Indah, Yuri, dan Laras sahabat seperjuangan selama pembuatan Tugas Akhir ini serta teman-teman SK15 B maupun Sistem Komputer Angkatan 2015 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
13. Dua sahabat ThermalSquad Himawan Ramadhan dan Nina Elvira yang berjuang sama-sama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan penulis agar dapat segera diperbaiki sehingga laporan ini dapat dijadikan sebagai masukan ide dan pemikiran yang bermanfaat bagi semua pihak dan menjadi tambahan bahan bacaan bagi yang tertarik dalam penelitian pengolahan citra kualitas buah apel menggunakan *thermal camera*.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Indralaya, Januari 2020

Penulis

**CLASSIFICATION OF APPLE QUALITY BASED ON THERMAL IMAGE
USING THE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK METHOD**

Reny Pamela Sari (09011181520118)
*Dept. of Computer Engineering, Faculty of Computer Science,
Sriwijaya University*
Email : renypamela.sari@gmail.com

ABSTRACT

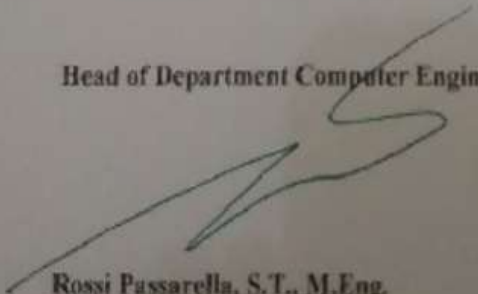
Apples are a type of fruit that has a sweet taste and has excellent properties so that these apples are very popular with the community. The selection of apples usually still uses a simple tool. The choice of the quality of apples at this time is always made manually so that errors often occur due to different opinions of everyone, and not all apples that look good outside have a sweet taste. Based on this problem, it can be overcome by using digital image processing using a thermal camera. Thermal retrieval using FLIR ONE Pro and smartphone. Furthermore, through image processing, namely preprocessing consists of the process of image acquisition and image quality improvement, segmentation as a process of separation between background and foreground, feature extraction is used to obtain the characteristics of apples and classification using a backpropagation algorithm for grouping data. The test results obtained in this study were 96.66% accuracy 100 %, sensitivity, and 94.44% specificity in classifying apples based on fruit quality.


Keywords: *Apple Fruit, Thermal Camera, GLCM, Backpropagation Neural Network, Backpropagation*

Indralaya, Januari 2020

Head of Department Computer Engineering

Supervisor


Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 197806112010121004


Sutarno, S.T., M.T
NIP. 197811012010121003

**Sistem Klasifikasi Kualitas Buah Apel Berbasis Citra Thermal
Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation***

Reny Pamela Sari (0901181520118)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Sriwijaya

Email : renypamelasansk@gmail.com

ABSTRAK

Apel merupakan jenis buah yang memiliki rasa manis dan memiliki khasiat yang baik sehingga buah apel ini sangat digemari oleh kalangan masyarakat. Pemilihan apel biasanya masih menggunakan alat sederhana. Pemilihan kualitas buah apel saat ini masih dilakukan secara manual sehingga seringkali terjadi kesalahan karena perbedaan pendapat setiap orang dan tidak semua apel yang terlihat bagus di luar memiliki rasa yang manis. Berdasarkan masalah ini, dapat diatasi dengan menggunakan pemrosesan gambar digital menggunakan *thermal camera*. Pengambilan gambar menggunakan *thermal camera FLIR ONE Pro* dan *smartphone*. Selanjutnya, melalui pemrosesan gambar yaitu *preprocessing* terdiri dari proses akuisisi gambar dan peningkatan kualitas gambar, segmentasi sebagai proses pemisahan antara latar belakang dan objek, ekstraksi fitur digunakan untuk memperoleh karakteristik apel dan klasifikasi menggunakan algoritma *backpropagation* untuk pengelompokan data. Hasil *testing* yang diperoleh dalam penelitian ini adalah akurasi 96,66% 100%, sensitivitas, dan spesifisitas 94,44% dalam mengklasifikasikan buah apel berdasarkan kualitasnya.

Keywords: Buah Apel, *Thermal Camera*, GLCM, Jaringan Syaraf Tiruan, *Backpropagation*.

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Indralaya, Januari 2020
Pembimbing Tugas Akhir

Sutarno, S.T., M.T
NIP. 197811012010121003

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN DAN BATASAN MASALAH	2
1.2.1. RUMUSAN MASALAH.....	2
1.2.2. BATASAN MASALAH.....	3
1.3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	3
1.3.1. TUJUAN PENELITIAN	3
1.3.2. MANFAAT PENELITIAN	3
1.4. METODE PENELITIAN.....	4
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. PENELITIAN SEBELUMNYA	7

2.2.	BUAH APEL	8
2.3.	<i>THERMAL CAMERA</i>	9
2.4.	CITRA.....	10
2.4.1.	CITRA <i>RGB</i>	11
2.4.2.	CITRA <i>GRAYSCALE</i>	11
2.4.3.	CITRA BINER.....	13
2.5.	PENGOLAHAN CITRA	13
2.6.	OPERASI PENGOLOHAN CITRA.....	13
2.7.	SEGMENTASI CITRA	15
2.7.1.	SEGMENTASI WARNA	15
2.7.2.	SEGMENTASI <i>K-MEANS CLUSTERING</i>	16
2.8.	EKSTRAKSI FITUR	17
2.8.1.	EKSTRASKSI TEKSTUR FITUR.....	17
2.9.	KLASIFIKASI CITRA	20
2.9.1.	JARINGAN SYARAF TIRUAN.....	20
2.9.2.	FUNGSI AKTIVASI	24
2.9.2.1.	<i>BINARY SIGMOID FUNCTION</i>	24
2.9.3.	<i>CONFUSION MATRIX</i>	24
2.9.4.	BACKPROPAGATION	25
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1.	PENDAHULUAN	27
3.2.	KERANGKA KERJA.....	27
3.3.	KONSEP PERANCANGAN.....	29
3.4.	PERANCANGAN <i>HARDWARE</i> (PERANGKAT KERAS).....	30
3.5.	PERANCANGAN <i>SOFTWARE</i> (PERANGKAT LUNAK)	32
3.5.1.	AKUISISI CITRA.....	32

3.5.1.1. THERMAL CAMERA FLIR ONE PRO.....	33
3.5.2. PERBAIKAN KUALITAS CITRA.....	35
3.5.3. SEGMENTASI CITRA	36
3.5.4. EKSTRAKSI FITUR	38
3.5.5. KLASIFIKASI CITRA ALGORITMA <i>BACKPROPAGATION</i>	40
3.5.6. VALIDASI.....	43
3.5.6.1. <i>CONFUSION MATRIX</i>	43
3.5.6.2. SENSITIVITAS	44
3.5.6.3. SPESIFISITAS.....	44
3.5.6.4. AKURASI.....	45
3.5.6.5. PRESISI	45
3.5.6.6. <i>F1 SCORE</i>	46
BAB IV HASIL DAN ANALISA	47
4.1. PENDAHULUAN	47
4.1. PENGUJIAN TAHAP AKUISISI CITRA	47
4.2. PENGUJIAN TAHAP PERBAIKAN KUALITAS CITRA.....	49
4.3. PENGUJIAN TAHAP SEGMENTASI CITRA	51
4.4. PENGUJIAN TAHAP EKSTRAKSI FITUR.....	52
4.5. PENGUJIAN TAHAP KLASIFIKASI.....	59
4.6.1. PELATIHAN DATA (<i>TRAINING</i>).....	60
4.6.2. PENGUJIAN DATA (<i>TESTING</i>)	64
4.6. VALIDASI MODEL KLASIFIKASI.....	67
4.7.1. HASIL VALIDASI PENGUJIAN <i>TRAINING</i> DAN <i>TESTING</i>	67
BAB V KESIMPULAN	69
5.1. KESIMPULAN	69

5.2 SARAN	70
DAFTAR PUSTAKA	71

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1. BUAH APEL.....	9
GAMBAR 2.2. KOORDINAT CITRA DIGITAL	11
GAMBAR 2.3. RUANG <i>RGB</i> DIREPRESENTASIKAN SEBAGAI UNIT <i>CUBE</i>	16
GAMBAR 2.4. <i>SIGLE LAYER NET</i>	22
GAMBAR 2.5. <i>MULTI LAYER NET</i>	23
GAMBAR 2.6. <i>COMPETITIVE LAYER NET</i>	23
GAMBAR 2.7. <i>BINARY SIGMOID FUNCTION</i>	24
GAMBAR 2.8. ARSITEKTUR <i>BACKPROPAGATION</i>	26
GAMBAR 3.1. BAGAN KERANGKA KERJA	28
GAMBAR 3.2. DIAGRAM BLOK PERANCANGAN SISTEM.....	29
GAMBAR 3.3. <i>FLOWCHART</i> PEMBUATAN <i>SOFTWARE</i>	31
GAMBAR 3.4. PENGAMBILAN GAMBAR AKUISI CITRA.....	33
GAMBAR 3.5. <i>THERMAL CAMERA FLIR ONE PRO</i>	35
GAMBAR 3.6. <i>FLOWCHART</i> PEBAIKAN KUALITAS CITRA	36
GAMBAR 3.7. <i>FLOWCHART</i> SEGMENTASI K-MEANS CLUSTERING.....	37
GAMBAR 3.8. <i>FLOWCHART</i> GLCM.....	39
GAMBAR 3.9. <i>FLOWCHART</i> ALGORITMA <i>BACKPROPAGATION</i>	41
GAMBAR 3.10 ARISTEKTUR JARINGAN SYARAF TIRUAN <i>BACKPROPAGATION</i>	42
GAMBAR 4.1. HASIL AKUISISI CITRA <i>THERMAL</i>	47
GAMBAR 4.2. SAMPEL APEL RUSAK.....	48
GAMBAR 4.3. SAMPEL APEL BAGUS	48
GAMBAR 4.4. HASIL PERBAIKAN KUALITAS CITRA	50

GAMBAR 4.5. HASIL SEGMENTASI CITRA	51
GAMBAR 4.6. HASIL EKSTRAKSI FITUR.....	53
GAMBAR 4.7. TAMPILAN SISTEM NILAI EKSTRAKSI FITUR.....	59

DAFTAR TABEL

TABEL 1 MODEL <i>CONFUSIN MATRIX</i>	25
TABEL 2 SPESIFIKASI <i>THERMAL CAMERA FLIR ONE PRO</i>	33
TABEL3 ARISTEKTUR JST <i>BACKPROPAGATION</i>	42
TABEL 4 MODEL <i>CONFUSION MATRIX</i>	43
TABEL 5 HASIL EKSTRAKSI FITUR TEKSTUR GLCM	54
TABEL 6 HASIL PELATIHAN DATA (<i>TRAINING</i>).....	61
TABEL 7 <i>CONFUSION MATRIX DATA TRAINING</i>	63
TABEL 8 HASIL PENGUJIAN DATA (<i>TESTING</i>)	65
TABEL 9 <i>CONFUSION MATRIX DATA TESTING</i>	66
TABEL 10 VALIDASI DATA <i>TRAINING DAN TESTING</i>	68

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Berkas Revisi Tugas Akhir

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Apel merupakan jenis buah yang memiliki rasa manis dan memiliki khasiat yang baik sehingga buah apel ini sangat digemari oleh kalangan masyarakat. Buah apel memiliki banyak jenis berdasarkan warnanya yaitu warna merah, hijau dan kuning [1]. Agar menghasilkan kualitas buah apel yang bagus kita harus memperhatikan cara panennya yang dimulai dari awal panen sampai ke proses penjualan. Perubahan biologis ketika panen sering terjadi baik itu secara *internal* maupun *eksternal*, tetapi sebagian besar disebabkan oleh faktor *eksternal* seperti salahnya penanganan, lecet, terkelupas, kering, memar dan busuk [2].

Biasanya para petani dalam menentukan kualitas buah apel melakukan pemilihan terlebih dahulu. Pemilihan buah apel biasanya masih menggunakan alat yang sederhana. Pemilihan kualitas buah apel saat ini masih dilakukan secara manual sehingga seringkali terjadi kesalahan dikarenakan berbedanya pendapat setiap orang dalam menentukan yang mana merupakan kualitas buah apel bagus dan buah apel rusak/busuk. Maka dari itu masalah ini dapat diatasi dengan menggunakan pengolahan citra digital dengan menggunakan *thermal camera* [3].

Thermal Camera merupakan suatu teknik konversi objek untuk mengubah gambar visual energi *inframerah* (panas) yang dipancarkan oleh suatu objek. Konsep *thermal camera* menganggap setiap benda yang memiliki suhu diatas 0° memiliki suhu yang *inframerah* [4].

Pada penelitian ini dalam mengklasifikasikan suatu kualitas buah apel yang bagus dan rusak/busuk berbasis citra *thermal* menggunakan ekstraksi fitur *Gray Level Cooccurrence Matrix* (GLCM) dan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. *Gray Level Cooccurrence Matrix* (GLCM) merupakan ekstraksi fitur tekstur yang melakukan ekstraksi ciri berbasis *statistical*, fitur ciri dapat diperoleh dari nilai piksel matrik yang memiliki nilai tertentu yang membentuk suatu sudut. Ekstraksi fitur GLCM memiliki beberapa parameter untuk menghitung tekstur pada ordo pertama dan ordo kedua. Ordo pertama memiliki parameter yaitu *Mean*, *Entropy*,

Variance, Skewness, dan Kurtosis sedangkan ordo kedua memiliki 4 parameter yaitu *Contrast, Correlation, Energy, dan Homogeneity*. Nilai yang akan dijadikan sebagai *input* merupakan nilai dari 9 parameter tersebut. Jadi 9 parameter dari fitur GLCM ini akan digunakan sebagai inputan untuk proses klasifikasi [5].

Jaringan Syaraf Tiruan *Bacpropagation* adalah penyesuaian bobot *feedback* (umpan balik) untuk masing-masing simpul antara lapisan *input*, lapisan tersembunyi, dan lapisan *output*. *Backpropagation* berperan menghitung gradien dari lapisan *afermented inference* yang hilang menjadi lapisan konvolusi [6]. Jaringan syaraf tiruan *bacpropagation* disini berperan dalam proses klasifikasi untuk menentukan kualitas buah apel yang didapat dari proses ekstraksi fitur. Sehingga berdasarkan latar belakang diatas maka judul tugas akhir ini adalah **“Sistem Klasifikasi Kualitas Buah Apel Berbasis Citra *Thermal* Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*“**.

1.2. Rumusan dan Batasan Masalah

Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan, maka rumusan masalah dan batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1.2.1. Perumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem kualitas buah apel menggunakan citra *thermal* berdasarkan segmentasi *K-Means Clustering* dan ekstraksi fitur tekstur *Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM)*.
2. Bagaimana mengimplementasikan *thermal camera* sebagai alat pengambilan gambar buah apel.
3. Bagaimana mengetahui tingkat akurasi kualitas buah apel (bagus dan rusak/busuk) dengan melakukan klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan algoritma *backpropogation*.

1.2.2. Batasan Masalah

1. Pada penelitian ini objek yang digunakan adalah buah apel merah.
2. Mengklasifikasikan kualitas buah apel dengan menggunakan *thermal camera flir one pro*.
3. Jumlah buah apel yang diujikan berjumlah 100 data, terdiri dari data *training* 70 data data *testing* 30 data
4. Menggunakan bahasa pemograman matlab dan *python*.
5. Menggunakan format gambar JPEG.
6. Penelitian ini mencari nilai inputan untuk masuk kemodel klasifikasi menggunakan ekstraksi citra *thermal* berdasarkan ekstraksi ciri tekstur *Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM)*.
7. Penelitian ini mengetahui tingkat akurasi kualitas buah apel (bagus dan rusak/busuk) dengan melakukan klasifikasi menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Merancang sistem klasifikasi kualitas buah apel menggunakan *thermal camera*.
2. Mendapatkan fitur ciri dari citra *thermal* apel melalui ekstraksi fitur tekstur *Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM)*.
3. Mengklasifikasikan kualitas buah apel menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*.

1.3.2. Manfaat Penelitian

1. Membantu peningkatan teknologi dibidang pertanian untuk mempermudah para petani buah apel untuk mengetahui kualitas pada buah apel sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama dan menghasilkan hasil yang akurat dalam mengklasifikasikan buah apel.

2. Menghasilkan suatu sistem yang digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas buah apel.

1.4. Metodologi Penelitian

Adapun tahapan-tahapan metodologi pada tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Metode Studi Pustaka dan *Literature*

Pada tahapan metode ini penulis melakukan studi pustaka dengan mencari serta mengumpulkan berbagai sumber referensi berupa *literature* yang terdapat pada buku, internet maupun sumber lainnya yang berkaitan tentang “Sistem Klasifikasi Kualitas Buah Apel Berbasis Citra *Thermal* Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*”.

2. Metode Konsultasi

Pada tahapan metode ini penulis melakukan konsultasi dengan orang-orang yang memiliki pengetahuan dan pengalaman terhadap permasalahan didalam tugas akhir yang dibuat oleh penulis.

3. Metode Perancangan Sistem

Pada tahapan metode ini penulis melakukan rancangan terhadap sistem baik berupa *software* maupun *hardware*. Perancangan *software* menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* berfungsi sebagai pengenalan pola pada buah apel sehingga kualitas buah apel dapat terdeteksi. Sedangkan perancangan *hardware* menggunakan camera *thermal* yang dapat digunakan dalam pengambilan gambar dari buah apel.

4. Metode Pengambilan Data

Pada tahapan metode ini penulis mengumpulkan dan melengkapi data yang diperlukan dalam pembuatan sistem klasifikasi kualitas buah apel ini. Data yang dikumpulkan berupa gambar buah apel yang diambil gambarnya menggunakan *thermal camera*. Data gambar yang diambil pada tugas akhir pertama sebanyak 70 data *training* dan 30 data *testing*.

5. Metode Pengujian Sistem

Pada tahapan metode ini penulis melakukan pengujian terhadap rancangan sistem yang dibuat apakah sistem dapat bekerja sehingga diperoleh data yang akurat dari hasil pengujian tugas akhir ini.

6. Metode Analisa dan Kesimpulan

Pada tahapan metode ini penulis melakukan analisis dari pengujian sistem yang bertujuan untuk mengetahui kekurangan dari hasil penelitian tugas akhir ini, sehingga dapat digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya dan setelah menganalisis dibuatlah kesimpulan dari hasil pengujian.

1.5. Sistematika Penulisan

Pada penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis membuat sistematika penulisan agar mempermudah mengetahui isi dari setiap bab yang dibuat pada laporan tugas akhir ini. Adapun sistematika penulisan laporan tugas akhir sebagai berikut :

BAB I.PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah pada hasil kualitas buah apel, tujuan sistem pengenalan kualitas buah apel, manfaat, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II.TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang penjelasan kerangka teori yang menjelaskan landasan teori yang berhubungan dengan permasalahan pada laporan tugas akhir ini.

BAB III.METODOLOGI

Pada bab ini berisi tentang penjelasan perancangan sistem tentang langkah-langkah (metodologi) klasifikasi kualitas buah apel secara bertahap yang digunakan untuk membuat kerangka kerja dalam pembuatan

sistem klasifikasi kualitas buah apel berbasis citra *thermal* menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *backpropogation*.

BAB IV.PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem, analisa dari hasil pengujian sistem, dan pembahasan dari setiap blok-blok diagram kerangka kerja yang dilakukan.

BAB V. KESIMPULAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari uraian-uraian dari setiap penelitian yang dilakukan serta menyimpulkan apakah tujuan yang ingin dibuat dalam tugas akhir ini bisa tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ciputra, “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Apel Manalagi Dengan Algoritma Naive Bayes Dan Ekstraksi Fitur Citra Digital,” vol. 9, no. 1, pp. 465–472, 2018.
- [2] M. Satone, S. Diwakar, and V. Joshi, “Automatic Bruise Detection in Fruits Using Thermal Images,” vol. 7, no. 5, pp. 727–732, 2017.
- [3] J. Ilmiah *et al.*, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kematangan Buah Apel Dengan Menggunakan Metode Image Processing Berdasarkan Komposisi Warna,” vol. 8, no. 1, pp. 51–58, 2014.
- [4] A. Yudhana, S. Saifullah, U. A. Dahlan, and S. H. J. Yogyakarta, “Segmentation Comparing Eggs Watermarking Image and Original Image,” vol. 6, no. 1, 2017.
- [5] D. Jawale and M. Deshmukh, “Real Time Automatic Bruise Detection in (Apple) Fruits Using Thermal Camera,” *Int. Conf. Commun. Signal Process.*, vol. 58, pp. 1080–1085, 2017.
- [6] P. Tripathi, R. Belwal, and A. Kumar, “Empirical Thresholding and Feature Extraction based Back Propagation- Artificial Neural Network Model for Fruit Grade,” vol. 2019, 2019.
- [7] H. Gan, W. S. Lee, V. Alchanatis, R. Ehsani, and J. K. Schueller, “Immature green citrus fruit detection using color and thermal images,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 152, no. March, pp. 117–125, 2018.
- [8] P. Sciences *et al.*, “The Infrared Thermal Image-Based Monitoring Process Of Peach Decay Under Uncontrolled Temperature Conditions,” *J. Anim. Plant Sci.*, vol. 25, pp. 202–207, 2015.
- [9] N. Nafi, “Algoritma Kohonen dalam Mengubah Citra Graylevel Menjadi Citra Biner,” *J. Ilm. Teknol. dan Informasia ASIA*, vol. 9, no. 2, pp. 49–55,

2015.

- [10] R. Aemelia, R. E. Tarigan, and A. E. Widjaja, "Analisis dan Implementasi Content Based Image Retrieval (CBIR) Berdasarkan Ciri Warna Pada Varietas Jeruk," pp. 25–30, 2018.
- [11] A. Sindar and R. M. Sinaga, "Implementasi Teknik Threshoding Pada Segmentasi Citra Digital," vol. 1, no. 2, pp. 48–51, 2017.
- [12] T. Saba, A. Rehman, Z. Mehmood, H. Kolivand, and M. Sharif, "Image Enhancement and Segmentation Techniques for Detection of Knee Joint Diseases : A Survey," pp. 704–715, 2018.
- [13] N. M. Zaitoun and M. J. Aqel, "Survey on Image Segmentation Techniques," *Procedia - Procedia Comput. Sci.*, vol. 65, no. Iccmit, pp. 797–806, 2015.
- [14] F. Garcia-lamont, J. Cervantes, A. López, and L. Rodriguez, "Neurocomputing Segmentation of images by color features : A survey," *Neurocomputing*, vol. 292, pp. 1–27, 2018.
- [15] A. Premana, A. P. Wijaya, and M. A. Soeleman, "Image Segmentation Using Gabor Filter and K-Means Clustering Method," *Int. Semin. Appl. Technol. Inf. Commun.*, pp. 95–99, 2017.
- [16] S. K. P. S and V. S. Dharun, "Extraction of Texture Features using GLCM and Shape Features using Connected Regions," no. June, pp. 6–11, 2017.
- [17] R. Y. Dillak, P. N. Bali, and M. Invariant, "Content Based Image Retrieval Menggunakan Moment Invariant , Tekstur Dan Backpropagation," vol. 2012, no. semnasIF, pp. 86–91, 2012.
- [18] S. Bharti, "Analytical Study of Heart Disease Prediction Comparing With Different Algorithms," pp. 78–82, 2015.
- [19] D. Maharani, A. Irawan "Backpropagation Dan Learning Vector Quantization" Program Studi Teknik Informatika Jurnal Komputer dan

Informatika (KOMPUTA),2012.

- [20] S. A. Jones, “Analysis of different activation functions using back propagation neural networks 1 1,2,3,” vol. 47, no. 3, pp. 1264–1268, 2013.
- [21] S. H. Hasanah and P. S. Manajemen, “Perbandingan Metode Klasifikasi Artificial Neural Network Backpropagation Dan Regresi Logistik,” vol. 1, no. 1, pp. 44–62, 2019.
- [22] A. Wanto, A. P. Windarto, S. Tinggi, I. Komputer, T. Bangsa, and D. Hartama, “Use of Binary Sigmoid Function And Linear Identity In Artificial Neural Use of Binary Sigmoid Function And Linear Identity In Artificial Neural Networks For Forecasting Population Density,” no. November, 2017.
- [23] K. B. Kannan, “ECG Signal Feature Extraction and Classification using Harr Wavelet Transform and Neural Network,” pp. 1396–1399, 2014.