

**SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS BUAH JERUK BERBASIS
CITRA *THERMAL* MENGGUNAKAN *LEARNING VECTOR
QUANTIZATION***

TUGAS AKHIR

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



OLEH:

**NINA ELVIRA
09011181520122**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS BUAH JERUK BERBASIS
CITRA *THERMAL* MENGGUNAKAN *LEARNING VECTOR
QUANTIZATION***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Strata I

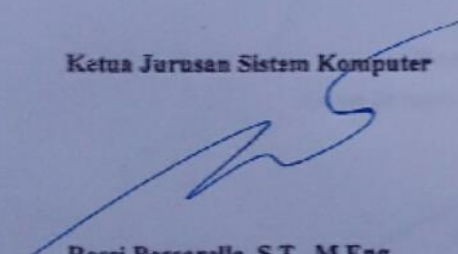
Oleh :

**NINA ELVIRA
09011181520122**


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 : Ahmad Zarkasi, M.T.

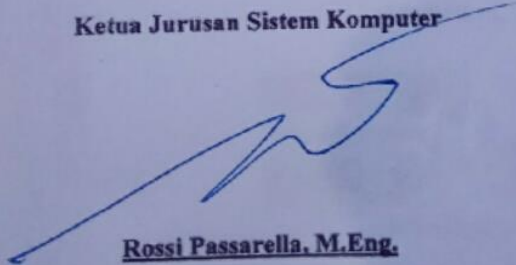
2. Sekretaris : Sutarno, S.T.,M.T.

3. Anggota I : Dr. Erwin, S.Si., M.Si.

3. Anggota II : Firdaus, M.Kom.

Handwritten signatures of the examiners, each placed above a horizontal line. There are four lines, corresponding to the four members of the exam team listed on the left.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Nina Elvira

NIM : 09011181520122

Judul : Sistem Klasifikasi Kualitas Buah Jeruk Berbasis Citra *Thermal*
Menggunakan *Learning Vector Quantization*

Hasil Penyecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 7%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri Dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsure 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



Nina Elvira
Nina Elvira

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 Buah Jeruk Berbasis Citra *Thermal* Menggunakan *Learning Vector Quantization* “.**

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

1. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Rossi Passarella, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Sutarno, 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.
4. Bapak Dr.Ir. Bambang Tutuko, M.T, selaku pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.

5. Ibu tercinta yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih sayang dan yang selalu mengajarkan saya dalam berbuat hal yang baik. Mbak tyas dan adik saya Rifky yang selalu menjadi penyemangat saya.
6. Himawan Ramadhan dan Reny Pamela sari yang berjuang sama-sama dalam mengerjakan tugas akhir ini.
7. Rafli Eggy Ilham dan Reny pamelas sari, yang selalu sabar dan ada saat suka maupun duka, selalu memberi semangat, serta memberi bantuan dari segi materil maupun moril serta sicilia paledya, ferlita, amik ,ayastelas febri alin, yogi pangestu dan ninda puspita hr yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
8. Mbak Winda Kurnia Sari selaku admin jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
9. Seluruh teman-teman angkatan 2015 Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

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 berbasis citra *thermal*.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Indralaya, Januari

2020

***Orange Fruit Quality Classification System Based Thermal Images Using
Learning Vector Quantization***

Nina Elvira (09011181520122)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : ninaelvira4@gmail.com

ABSTRAK

Abstract. *Orange fruit is one of the most cultivated fruits in Indonesia, Medan orange is one of the most widely sold citrus varieties on the market because of its sweet taste. The selection process of quality on citrus fruit that is done manually is less effective because not all citrus fruits that look good on the outside have a sweet taste. Based on this problem, a study was conducted to classify the quality of citrus fruits using thermal images. Thermal capture using the FLIR ONE Pro thermal camera and smartphone. Next through the image processing, namely preprocessing as an increase in image quality and noise removal, segmentation as a process of separation between background and foreground, feature extraction is used to obtain object characteristics and classification using the Learning Vector Quantization (LVQ) algorithm for grouping data. Test results obtained in this study are 90% accuracy, 100% sensitivity, and 80% specificity in classifying oranges based on fruit quality.*

Keywords: *Thermal Image, Color, Learning Vector Quantization, Orange*

**Sistem Klasifikasi Kualitas Buah Jeruk Berbasis Citra Menggunakan Algoritma
*Learning Vector Quantization***

Nina Elvira (09011181520122)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : ninaelvira4@gmail.com

ABSTRAK

Buah jeruk adalah salah satu buah yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia, jeruk Medan adalah salah satu varietas jeruk yang paling banyak dijual di pasaran karena rasanya yang manis. Proses pemilihan kualitas pada buah jeruk yang dilakukan secara manual kurang efektif karena tidak semua buah jeruk yang terlihat bagus di luar memiliki rasa manis. Berdasarkan masalah ini, sebuah penelitian dilakukan untuk mengklasifikasikan kualitas buah jeruk menggunakan gambar termal. Pengambilan termal menggunakan *FLIR ONE Pro* kamera dan smartphone termal. Selanjutnya melalui pemrosesan gambar, yaitu peningkatan kualitas gambar dan penghapusan *noise*, segmentasi sebagai proses pemisahan antara latar belakang dan latar depan, ekstraksi fitur digunakan untuk mendapatkan karakteristik objek dan klasifikasi menggunakan algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk pengelompokan data. Hasil tes yang diperoleh dalam penelitian ini adalah akurasi 90%, sensitivitas 100%, dan spesifisitas 80% dalam mengklasifikasikan jeruk berdasarkan kualitas buah.

Keywords: Buah jeruk, *Thermal Camera*, Warna, *learning vector quantization*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I.PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat	2
1.2.1. Tujuan	2
1.2.2. Manfaat	3
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian	4

1.6. Sistematika Penulisan	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Jeruk	7
2.2.1. Jeruk Medan	7
2.3. Thermal Image	8
2.4. Citra	9
2.5. Jenis Citra Digital	9
2.6. Pengolahan Citra Digital	12
2.6.1. Akuisisi Citra	13
2.6.2. Pra-pemrosesan	13
2.6.2.1 <i>Gaussian Filter</i>	14
2.6.3. Segmentasi Citra	15
2.6.3.1 <i>K-means Clustering</i>	16
2.7. Ekstraksi Ciri	16
2.7.1. Ekstraksi Ciri Warna HSV	17
2.7.2. Ekstraksi Ciri Warna RGB	20
2.8. Jaringan Syaraf Tiruan	22
2.8.1. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	24
2.8.2. Pelatihan (<i>Training</i>) pada Jaringan Saraf Tiruan	24
2.8.3 <i>Algoritma Learning Vector Quantization</i>	25

2.9. Validasi	27
2.9.1. Sensitivitas.....	27
2.9.2. Spesifitas	27
2.9.3. Akurasi	28
2.9.4. Presisi	29
2.9.5. <i>F1 Score</i>	29
2.9.6. Error Rate	29
III.METODELOGI.....	30
3.1. Kerangka Kerja	31
3.2. Konsep Perancangan	32
3.3. Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	32
3.3.1. <i>Thermal Camera Flir One Pro</i>	33
3.4. Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	34
3.4.1. Akuisisi Citra	36
3.4.2. Pra-Pemrosesan Citra.....	37
3.4.3. Segementasi Citra.....	38
3.4.3.1 <i>K-means Segmentation</i>	38
3.4.4. Ekstraksi Fitur	40
3.4.4.1. Ekstraksi Ciri Warna HSV	40
3.4.4.2. Ekstraksi Ciri Warna RGB.....	41

3.4.5. Pelatihan Data dengan Algoritma <i>Learning Vector Quantization</i>	42
3.5. Validasi	47
3.5.1. <i>Confusion Matrix</i>	48
3.5.1.1. Sensitivitas	49
3.5.1.2. Spesifitas	49
3.5.1.3. Akurasi	49
3.5.1.4. Presisi.....	50
IV.HASIL DAN ANALISA	51
4.1. Pendahuluan	51
4.2. Pengujian Tahapan Akuisisi Citra.....	52
4.3. Pengujian Tahapan Perbaikan Kualitas Citra.....	53
4.4. Pengujian Tahapan Segmentasi Citra.....	54
4.5. Pengujian Tahapan Ekstraksi Fitur	54
4.5.1. Ekstraksi Fitur warna <i>HSV</i>	55
4.5.2. Ekstraksi Fitur warna <i>RGB</i>	59
4.6. Proses pelatihan data menggunakan <i>Learning Vector Quantization</i>	64
4.7. Proses pengujian data menggunakan <i>learning vector quantization</i>	69
V.KESIMPULAN.....	53
5.1. Kesimpulan	72
5.2. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73

Daftar Gambar

Gambar 2.1. Jenis Jeruk Berdasarkan Warna Kulit.....	72
Gambar 2.2. Komponen Energy Yang Dipancarkan Dari Objek	72
Gambar 2.3. Koordinat Citra Digital	72
Gambar 2.4. Citra RGB Jeruk	72
Gambar 2.5. Citra <i>Grayscale</i> Jeruk.....	72
Gambar 2.6. Citra Biner Jeruk.....	72
Gambar 2.7. Pengolahan Citra.....	72
Gambar 2.8. Metode- Metode Segmentasi Citra	72
Gambar 2.9. Ruang Warna HSV	72
Gambar 2.10. Ruang Warna RGB	72
Gambar 2.11. Arsitekture Lvq(6 Input 2 Output)	72
Gambar 3.1. Bagan Kerangka Kerja.....	72
Gambar 3.2. Diagram Blok Perancangan Sistem	72
Gambar 3.3. <i>Thermal Camera Flir One Pro</i>	72
Gambar 3.4. <i>Flowchart Gaussian Filter</i>	72
Gambar 3.5. Diagram Alir Segmentasi Menggunakan <i>K-Means</i>	72
Gambar 3.6. Diagram Alir Ekstraksi Fitur Warna Hsv	72
Gambar 3.7. Diagram Alir Ekstraksi Fitur Warna Rgb.....	72

Gambar 3.8. Data Sampel Pelatihan.....	72
Gambar 3.9. Arsitektur Jaringan LVQ	72
Gambar 3.10. Flowchart LVQ Pelatihan Data	72
Gambar 3.11. Flowchart LVQ Pengujian Data	72
Gambar 3.12. Flowchart LVQ Pengujian Data	72
Gambar 4.1. LVQ Akuisisi Citra.....	72
Gambar 4.2. LVQ Sampel Jeruk Rusak	72
Gambar 4.3. LVQ Sampel Jeruk Bagus	72
Gambar 4.4. LVQ Pengujian Data	72
Gambar 2.1. Hasil Perbaikan Kualitas Citra	72
Gambar 2.1. Hasil Segmentasi Citra Thermal	72
Gambar 2.1. Tampilan Proses Ekstraksi Warna HSV dan RGB.....	72
Gambar 2.1. Pemberian label Target pada setiap kualitas Jeruk	7
Gambar 2.1. Flowchart Lvq Pengujian Data.....	72

Daftar Tabel

Tabel 1. Spesifikasi <i>Thermal Camera FLIR ONE Pro</i>	50
Tabel 2. <i>Confusion matrix binary class</i>	47
Tabel 3. Hasil ekstraksi warna jeruk kualitas bagus menggunakan <i>HSV</i>	54
Tabel 4. Hasil ekstraksi warna jeruk kualitas rusak menggunakan <i>HSV</i>	56
Tabel 5. Hasil ekstraksi warna RGB Jeruk bagus.....	58
Tabel 6. Hasil ekstraksi warna RGB Jeruk rusak.....	60
Tabel 7. Hasil pelatihan data	64
Tabel 8. <i>Confusion matrik</i> pelatihan data	66
Tabel 9. Hasil pengujian data.....	68
Tabel 11. <i>Confusion matrik</i> pengujian data	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah adalah salah satu makanan yang dibutuhkan oleh tubuh. Buah memiliki vitamin dan antioksidan yang dapat memperbaiki sel regenerasi, mencegah penyakit tertentu, dan berbagai manfaat. Manfaat buah diperoleh dari daging buah dengan kualitas baik. Buah jeruk merupakan salah satu buah yang banyak dibudidayakan di Indonesia, terdapat beberapa jenis jeruk yang umum dibudidayakan contohnya jenis jeruk medan, jeruk mandarin, jeruk lemon, jeruk nipis dan jeruk sunkist. Jeruk medan merupakan salah satu varietas jeruk yang paling banyak dijual dipasaran karena rasanya yang manis. Masalah yang mendasar dari rendahnya kualitas buah jeruk yaitu serangan *patogen pasca* panen dan proses penyimpanan yang kurang baik. Proses kerusakan *pasca* panen pada buah sulit dihindari karena buah jeruk akan mengalami perubahan kualitas selama proses penyimpanan, distribusi dan pemasaran [1][2].

Proses pemisahan kualitas buah jeruk yang dilakukan secara manual kurang efektif, dikarenakan buah jeruk yang terlihat bagus diluar buah ternyata memiliki rasa yang tidak manis dan hambar. Berdasarkan masalah tersebut maka proses klasifikasi kualitas buah dapat dilakukan dengan menggunakan *thermal camera*. *Thermal camera* adalah salah satu metode pendeteksian yang meningkatkan visibilitas objek dalam gelap dengan mendeteksi radiasi *inframerah* (panas) dari benda sebagai fungsi *temperature* dan menciptakan gambar berdasarkan informasi tersebut [3]. Banyak sudah penelitian yang menggunakan *thermal camera* sebagai alat pendeteksi diantaranya, pada penelitian *thermal camera* digunakan untuk mendeteksi memar pada buah apel secara real time dan mengklasifikasikan buah apel berdasarkan tingkat memar buah apel [4]. Pada penelitian [5] mendeteksi memar pada buah apel dengan membandingkan hasil dari penggunaan *thermal camera* dan kamera digital biasa dengan hasil keseluruhan dari deteksi memar termal adalah 94% dan untuk pemrosesan gambar biasa adalah 63,33%. Pada penelitian tahun 2018 *thermal camera* digunakan

untuk mendeteksi kematangan buah jeruk hijau yang dimana dengan cara membandingkan penggunaan kamera digital warna dan penggunaan *thermal camera* dengan tingkat persisi 90,4% saat menggunakan menggunakan *thermal camera* [6]. Pada penelitian lainnya *thermal camera* digunakan untuk memantau kerusakan buah persik dibawah kondisi suhu yang tidak terkendali selama proses penyimpanan buah [7].

Klasifikasi kualitas buah menggunakan gambar *thermal* dengan teknik pengolahan citra. Klasifikasi mutu atau kualitas buah dapat dilakukan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan. Jaringan saraf tiruan (JST) atau *neural network* adalah suatu metode komputasi yang meniru saraf biologi. Metode jaringan syaraf tiruan menggunakan elemen perhitungan *nonlinier* dasar yang disebut *neuron*. *Neuron* merupakan jaringan yang saling berhubungan sehingga mirip dengan jaringan saraf manusia [8]. Seperti halnya otak manusia dilatih untuk menguasai beberapa tugas melalui pengetahuan pengalaman dan pelatihan, JST dapat dilatih untuk mengenali pola dan melakukan optimasi melalui proses pelatihan [9]. Ada banyak algoritma jaringan syaraf tiruan salah satunya adalah *LVQ (Learning Vector Quantization)*. *Learning Vector Quantization* yaitu metode pengklasifikasian pola dimana setiap unit keluaran merepresentasikan sebuah kelas atau kategori tertentu. *LVQ* merupakan suatu metode untuk melakukan pelatihan terhadap lapisan kompetitif yang terawasi [10]. Lapisan kompetitif akan belajar secara otomatis untuk melakukan klasifikasi terhadap *vektor input* yang diberikan. Apabila beberapa *vektor input* memiliki jarak yang sangat berdekatan, maka *vektor-vektor* input tersebut akan dikelompokkan dalam kelas yang sama [11] [12]. Kelebihan metode ini yaitu nilai error lebih kecil dibandingkan dengan janggan syaraf tiruan seperti *backpropagation* dan untuk kekurangan metode *LVQ* Akurasi model dangan bergantung pada inisialisasi model serta parameter yang digunakan (learning rate, iterasi, dan sebagainya) [13].

Dari penjelasan diatas, maka dari itu penulis mengusulkan judul “**Klasifikasi Kualitas Buah Jeruk Berbasis Citra Thermal Menggunakan Algoritma LVQ (*Learning Vector Quantization*)**”.

1.2. Tujuan dan Manfaat

1.2.1. Tujuan

Adapun tujuan yang diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan fitur ciri dari citra thermal jeruk melalui ekstraksi fitur warna HSV (*Hue, Saturation, Value*) dan RGB (*Red, Green, Blue*).
2. Mengklasifikasikan kualitas buah jeruk menggunakan algoritma LVQ.

1.2.2. Manfaat

Adapun manfaat yang diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan *prototype* untuk klasifikasi kualitas buah jeruk.
2. Membantu peningkatan teknologi dibidang pertanian untuk mempermudah para petani buah jeruk sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama dan menghasilkan hasil yang akurat dalam mengklasifikasikan kualitas buah jeruk.

1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam perancangan sistem ini adalah:

1. Bagaimana mengimplementasikan *thermal camera* sebagai alat pengambilan gambar buah jeruk
2. Bagaimana merancang sistem klasifikasi buah jeruk berbasis citra *thermal* dengan menggunakan ekstraksi ciri warna.
3. Bagaimana mengetahui tingkat akurasi klasifikasi kualitas buah jeruk menggunakan algoritma LVQ.

1.4. Batasan Masalah

Selain perumusan masalah juga terdapat pembatasan masalah dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Objek buah yang digunakan pada penelitian ini yaitu jenis buah jeruk Medan.
2. Menggunakan *thermal camera FLIR ONE PRO* untuk pengambilan gambar kualitas buah jeruk Medan.
3. Menggunakan format gambar JPEG (.jpg).

4. Sampel buah jeruk yang diambil sebanyak 100 buah.
5. Menggunakan MATLAB r2015a dan Python 3.6 sebagai perancangan *software*.

1.5. Metodologi Penulisan

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian akan melewati beberapa tahap berikut ini:

1. Tahap Pertama (Studi Pustaka/*Literatur*)

Pada tahap pertama ini dilakukan dengan cara mencari dan membaca literatur dan referensi tentang *thermal camera*, pengolahan citra digital, teknik segmentasi *k-means*, ekstraksi ciri warna dan berbagai macam metode sehingga dapat menunjang penulisan laporan tugas akhir.

2. Tahap kedua (Inisialisasi Perancangan)

Tahap kedua ini merupakan inisialisasi diperancangan dimana mempersiapkan hal-hal apa saja yang dibutuhkan untuk menunjang sistem klasifikasi kualitas buah menggunakan *thermal camera*.

3. Tahap ketiga (Perancangan Pembuatan Sistem)

Pada tahap ini dilakukan perancangan dan pembuatan *software* untuk klasifikasi kualitas buah jeruk.

4. Tahap keempat (Pengujian dan Validasi Sistem)

Tahap ini meliputi pengujian sistem yang telah dirancang dengan menggunakan buah jeruk dengan menggunakan *thermal camera*. Validasi dilakukan dengan cara melihat hasil gambar yang di klasifikasi *thermal camera* dan hasil ekstraksi ciri dan algoritma klasifikasi yang digunakan.

5. Tahap kelima (Analisis Sistem) Hasil dari pengujian pada tahap sebelumnya kemudian dianalisis dengan tujuan untuk mengetahui kekurangan pada hasil perancangan dan faktor penyebabnya sehingga dapat digunakan untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya.

1.6. Sistematika Penulisan

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

BAB I. PENDAHULUAN

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

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III. METODELOGI

Pada bab ini berisi tentang penjelasan perancangan sistem tentang langkah-langkah (metodelogi) deteksi kualitas buah jeruk secara bertahap yang digunakan untuk membuat kerangka kerja dalam pembuatan sistem klasifikasi kualiatas buah jeruk berbasis citra *thermal* menggunakan metode *LVQ*.

BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem, analisa dari hasil pengujian sistem, pembahasan dari setiap blok-blok digram kerangka kerja yang dilakukan, dan pengambilan data-data sample berupa gambar buah jeruk menggunakan citra *thermal*.

BAB V. KESIMPULAN

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Nurdin, T. Maryono, And S. R. D, “Inventarisasi Jamur-Jamur Patogen Pada Buah Jeruk (Citrus Sp .) Di Beberapa Pasar Di Bandar Lampung,” *J. Agrotek Trop.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 193–196, 2014.
- [2] E. Susilowati, U. Gunadarma, K. Baru, And K. Clustering, “Konversi Citra RGB Ke Citra HSV Dan HCL Pada Citra Jeruk Medan,” *Semin. Nas. Teknol. Inf. Dan Komun. STI&K*, Vol. 2, Pp. 67–71, 2018.
- [3] P. H. Technology, “Quality Evaluation Of Food By Thermal Imaging □,” *Int. J. Process. Post Post Harvest Technol.*, Vol. 7, No. 1, Pp. 126–133, 2016.
- [4] D. Jawale, “Real Time Automatic Bruise Detection In (Apple) Fruits Using Thermal Camera,” *Int. Conf. Emerg. Trends Comput. Commun. (ICETCC 2017) Real*, No. Icetcc, Pp. 26–29, 2017.
- [5] M. Satone, S. Diwakar, And V. Joshi, “Automatic Bruise Detection In Fruits Using Thermal Images,” *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng.*, Vol. 7, No. 5, Pp. 727–732, 2017.
- [6] 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, Pp. 117–125, 2018.
- [7] 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.
- [8] K. M. Alrajeh, “Date Fruits Classification Using MLP And RBF Neural Networks,” *Int. J. Comput. Appl.*, Vol. 41, No. 10, Pp. 36–41, 2012.
- [9] S. Rizam, M. S. Baki, M. Z. M. Annuar, I. M. Yassin, H. A. Hassan, And A.

- Zabidi, "Non-Destructive Classification Of Watermelon Ripeness Using Mel-Frequency Cepstrum Coefficients And Multilayer Perceptrons," *Int. Jt. Conf. Neural Networks (IJCNN)*, No. IJCNN, Pp. 1–6, 2010.
- [10] Y. Ji, Q. Zhao, S. Bi, And T. Shen, "Apple Color Automatic Grading Method Based On Machine Vision," *2018 Chinese Control Decis. Conf.*, Pp. 5671–5675, 2018.
- [11] G. Kumar, S. Sharma, And H. Malik, "Learning Vector Quantization Neural Network Based External Fault Diagnosis Model For Three Phase Induction Motor Using Current Signature Analysis," *Procedia - Procedia Comput. Sci.*, Vol. 93, No. September, Pp. 1010–1016, 2016.
- [12] E. Wlph *Et Al.*, "An Evaluation Model Of Water Quality Based On Learning Vector Quantization Neural Network," *Proc. 35th Chinese Control Conf.*, Pp. 3685–3689, 2016.
- [13] N. K. Putri, Z. Rustam, And D. Sarwinda, "Learning Vector Quantization For Diabetes Data Classification With Chi- Square Feature Selection Learning Vector Quantization For Diabetes Data Classification With Chi-Square Feature Selection," *Annu. Basic Sci. Int. Conf. 2019 (Basic 2019)*, No. IOP Conf, Pp. 1–7, 2019.
- [14] 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.
- [15] m. R. Kumaseh, l. Latumakulita, n. Nainggolan, and s. Citra, "segmentasi citra digital ikan menggunakan digital fish image segmentation by thresholding method," *j. Ilm. Sains*, vol. 13, pp. 75–79, 2013.
- [16] L. Indriyani, W. Susanto, And D. Riana, "Teknik Pengolahan Citra Menggunakan Aplikasi Matlab Pada Pengukuran Diameter Buah Jeruk Keprok," *Jcit (Indonesian J. Comput. Inf. Technol.)*, Vol. 2, No. 1, Pp. 46–52, 2017.

- [17] R. Kaur And K. Kaur, "Study Of Image Enhancement Techniques In Image Processing : A Review," *I.J. Eng. Manuf.*, Vol. 6, Pp. 38–50, 2016.
- [18] K. Cai, R. Yang, H. Chen, L. Li, J. Zhou, And S. Ou, "Neurocomputing A Framework Combining Window Width-Level Adjustment And Gaussian Filter-Based Multi-Resolution For Automatic Whole Heart Segmentation," *Neurocomputing*, Pp. 1–13, 2016.
- [19] N. M. Zaitoun And M. J. Aqel, "Survey On Image Segmentation Techniques," *Procedia - Procedia Comput. Sci.*, Vol. 65, No. Iccmit, Pp. 797–806, 2015.
- [20] 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.
- [21] S. Sabzi And Y. Abbaspour-Gilandeh, "A New Approach For Visual Identification Of Orange Varieties Using Neural Networks And Metaheuristic Algorithms," *Inf. Process. Agric.*, Vol. 5, Pp. 162–172, 2018.
- [22] V. Chernov, J. Alander, And V. Bochko, "Integer-Based Accurate Conversion Between RGB And HSV Color Spaces Q," *Comput. Electr. Eng.*, Vol. 46, Pp. 328–337, 2015.
- [23] K. B. Kannan, "ECG Signal Feature Extraction And Classification Using Harr Wavelet Transform And Neural Network," *Int. Conf. Circuit, Power Comput. Technol. [ICCPCT]*, Pp. 1396–1399, 2014.
- [24] K. Muthukannan, P. Latha, R. P. Selvi, And P. Nisha, "Classification Of Diseased Plant Leaves Using Neural Network Algorithms," *Arpn J. Eng. Appl. Sci.*, Vol. 10, No. 4, Pp. 1913–1919, 2015.

