

**EVALUASI DAN ANALISIA PERBANDINGAN METODE
PENGEKSTAK FITUR PADA CITRA DIGITAL UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI ALGORITMA KLASIFIKASI
STUDI KASUS : BUAH-BUAHAN**



TESIS

**RACHMAD IQBAL
ENTERPRISE IT INFRASTRUCTURE
202420002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA – S2
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS BINA DARMA
PALEMBANG
2024**

**EVALUASI DAN ANALISIA PERBANDINGAN METODE
PENGEKSTAK FITUR PADA CITRA DIGITAL UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI ALGORITMA KLASIFIKASI
STUDI KASUS : BUAH-BUAHAN**

Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk mendapat gelar

MAGISTER KOMPUTER



RACHMAD IQBAL

ENTERPRISE IT INFRASTRUCTURE

202420002

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA – S2

PROGRAM PASCA SARJANA

UNIVERSITAS BINA DARMA

PALEMBANG

2024

Halaman Pengesahan Pembimbing Tesis

Judul Tesis : EVALUASI DAN ANALISIA PERBANDINGAN METODE PENGEKSTAK FITUR PADA CITRA DIGITAL UNTUK MENINGKATKAN AKURASI ALGORITMA KLASIFIKASI STUDI KASUS : BUAH-BUAHAN

Oleh RACHMAD IQBAL NIM 202420002 Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh Tim Penguji Program Studi Teknik Informatika – S2 Konsentrasi ENTERPRISE IT INFRASTRUCTURE, Program Pascasarjana Universitas Bina Darma pada 04 September 2024 dan telah dinyatakan LULUS.

Mengetahui,
Program Studi Teknik Informatika – S2
Universitas Bina Darma
Ketua,

Universitas

Magister Teknik Informatika

.....
Dr. Usman Ependi, S.Kom., M.Kom.

Pembimbing,

.....
Tri Basuki Kurniawan, Ph.D

Halaman Pengesahan Penguji Tesis

Judul Tesis : EVALUASI DAN ANALISA PERBANDINGAN METODE PENGEKSTAK FITUR PADA CITRA DIGITAL UNTUK MENINGKATKAN AKURASI ALGORITMA KLASIFIKASI STUDI KASUS : BUAH-BUAHAN

Oleh RACHMAD IQBAL NIM 202420002 Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh Tim Penguji Program Studi Teknik Informatika – S2 Konsentrasi ENTERPRISE IT INFRASTRUCTURE. Program Pascasarjana Universitas Bina Darma pada 4 September 2024 dan telah dinyatakan LULUS.

Palembang 15 September 2024
Mengetahui,
Program Pascasarjana
Universitas Bina Darma
Direktur,



Prof. Dr. Achmad Syarifudin, M.Sc.

Tim Penguji :

Penguji I,

.....
Tri Basuki Kurnawan, Ph.D

Penguji II,

.....
Prof. Dr. Edi Surya Negara, M.Kom.

Penguji III,

.....
Dr. Tata Sutabri, S.Kom., M.M.S.I.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RACHMAD IQBAL
NIM : 202420002

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya Tesis ini adalah hasil asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Magister di Universitas Bina Darma;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian Saya sendiri dengan arahan tim pembimbing;
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dikutip dengan mencantumkan nama pengarang dan memasukkan ke dalam daftar pustaka;
4. Karena yakin dengan keaslian karya tulis ini, Saya menyatakan bersedia Tesis yang Saya hasilkan diunggah ke internet;
5. Surat Pernyataan ini Saya tulis dengan sungguh-sungguh dan apabila terdapat penyimpangan atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Palembang, 4 September 2024
Yang Membuat Pernyataan,



Rachmad Iqbal
NIM: 202420002

ABSTRAK

Pemilihan buah segar secara manual telah diidentifikasi sebagai tantangan besar bagi sektor pertanian karena sifatnya yang memakan waktu dan potensi kategorisasi yang tidak konsisten. Proses ini memerlukan tenaga manusia untuk memeriksa dan menyortir buah secara visual, sehingga menyebabkan variabilitas dan inefisiensi dalam proses penyortiran. Penelitian ini mengusulkan alternatif berbiaya rendah dengan menggunakan sistem pemilihan buah cerdas berdasarkan teknik penglihatan komputer untuk mengatasi masalah ini. Sistem ini bertujuan untuk mengotomatiskan proses pemilihan buah, meningkatkan efisiensi dan konsistensi dalam mengkategorikan buah-buahan seperti apel, pisang, dan jeruk. Langkah penting dalam mengembangkan sistem cerdas tersebut adalah proses ekstraksi fitur. Ekstraksi fitur sangat penting dalam klasifikasi, terutama untuk sumber data berupa gambar. Ini melibatkan identifikasi dan isolasi informasi relevan dari gambar yang dapat digunakan algoritma klasifikasi untuk membedakan berbagai kategori buah. Jika proses ekstraksi fitur gagal menangkap informasi yang benar, kinerja atau keakuratan algoritma klasifikasi akan terkena dampak negatif. Penelitian ini membandingkan empat metode berbeda untuk mengekstraksi fitur dari gambar buah untuk menentukan metode mana yang menghasilkan akurasi tertinggi untuk klasifikasi buah. Metode ekstraksi ciri yang dievaluasi adalah *Color Pixel Values*, *Grayscale Pixel Values*, *Mean Pixel Value of Channels*, dan *Extracting Edge Features*. Algoritma klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)*. CNN sangat cocok untuk tugas klasifikasi gambar karena kemampuannya mempelajari representasi fitur hierarki dari gambar masukan secara otomatis. Dengan membandingkan kinerja pengklasifikasi CNN menggunakan empat metode ekstraksi fitur yang berbeda, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi metode yang memberikan tingkat akurasi tertinggi dalam mengklasifikasikan citra buah. Dengan melakukan analisis komparatif ini, penelitian ini memberikan wawasan tentang teknik ekstraksi fitur yang paling efektif untuk meningkatkan kinerja sistem pemilihan buah berbasis penglihatan komputer, yang pada akhirnya berkontribusi pada kategorisasi buah yang lebih efisien dan konsisten di sektor pertanian. Hasilnya menunjukkan bahwa Grayscale mencapai akurasi validasi tertinggi (99,94%) dan kerugian validasi terendah (0,44%).

Kata Kunci : *feature extraction; image classification; convolution neural network (CNN);*

ABSTRACT

Manual selection of fresh fruit has been identified as a significant challenge for the agricultural sector due to its time-consuming nature and potential for inconsistent categorization. This process requires human labor to visually inspect and sort fruits, leading to variability and inefficiencies in the sorting process. This research proposes a low-cost alternative using intelligent fruit selection systems based on computer vision techniques to address these issues. These systems aim to automate the process of fruit selection, improving efficiency and consistency in categorizing fruits such as apples, bananas, and oranges. A critical step in developing such intelligent systems is the feature extraction process. Feature extraction is essential in classification, especially for data sources in the form of images. It involves identifying and isolating relevant information from the images that classification algorithms can use to distinguish between different fruit categories. If the feature extraction process fails to capture the correct information, the performance or accuracy of the classification algorithm will be negatively impacted. This research compares three different methods for extracting features from fruit images to determine which method yields the highest accuracy for fruit classification. The feature extraction methods evaluated were Grayscale Pixel Values, Mean Pixel Value of Channels, and Extracting Edge Features. The classification algorithm used in this research is the Convolutional Neural Network (CNN) algorithm. CNNs are well-suited for image classification tasks due to their ability to learn hierarchical feature representations from the input images automatically. By comparing the performance of the CNN classifier using the three different feature extraction methods, this research aims to identify the method that provides the highest level of accuracy in classifying fruit images. By conducting this comparative analysis, the research provides insights into the most effective feature extraction techniques for improving the performance of computer vision-based fruit selection systems, ultimately contributing to more efficient and consistent fruit categorization in the agricultural sector. The result revealed that the Grayscale achieved the highest validation accuracy (99.94%) and the lowest validation loss (0.44%).

Keywords: *feature image extraction, image classification, convolution neural network (CNN)*

MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

طَالِبُ الْعِلْمِ : طَالِبُ الْبِحَمَةِ ، طَالِبُ الْمِلْمِ : رُنُّ الْإِسْلَامِ وَيُعْطَى أَجْرَهُ مَعَ النَّبِيِّينَ

Orang yang menuntut ilmu berarti menuntut rahmat ; orang yang menuntut ilmu berarti menjalankan rukun Islam dan Pahala yang diberikan kepada sama dengan para Nabi.

الصَّبْرُ يُعِينُ عَلَى كُلِّ عَمَلٍ

Kesabaran itu dapat menolong segala pekerjaan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tesis ini penulis dedikasikan kepada kedua orang tua sebagai motivasi / role model yang selalu melangitkan do'a demi kelancaran dan kesuksesan anak-anaknya, saudara serta keluarga yang selalu memberikan semangat dan dukungan yang tak ternilai. Kemudian orang-orang terdekat penulis yang selalu menemani setiap proses penyelesaian tesis ini dan almamater biru kebanggaan penulis.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allah SWT, Tuhan yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang telah memberikan rahmat, petunjuk, dan kekuatan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan tesis ini dengan judul "Evaluasi Dan Analisa Perbandingan Metode Pengekstrakan Fitur Pada Citra Digital Untuk Meningkatkan Akurasi Algoritma Klasifikasi Studi Kasus : Buah-Buahan". Penulis mengucapkan syukur tak terhingga atas segala limpahan nikmat-Nya yang tiada henti.

Tesis ini merupakan hasil dari perjalanan panjang yang penuh dengan tantangan, kerja keras, dan kesabaran. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari bantuan, dorongan, serta dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, atas rahmat, hidayah, dan kekuatan yang senantiasa memberikan petunjuk dalam setiap langkah perjalanan hidup penulis.
2. Kedua Orang tua, H.M. Darwin S.H. dan Hj. Pajar Yati Am.Keb , adikku, Ghina Meiliza, dan serta seluruh keluargaku yang mendoakan serta memberikan dukungan baik secara materil maupun moral.
3. Ibu Dr. Sunda Ariana, M.Pd., M.M., Selaku Rektor Universitas Bina Darma Palembang.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc., Selaku Direktur Program Pascasarjana, Universitas Bina Darma Palembang.
5. Bapak Dr. Usman Ependi, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Informatika Universitas Bina Darma Palembang
6. Bapak Tri Basuki Kurniawan, Ph.D. selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan, ilmu, serta arahan dalam penulisan tesis ini.

7. Bapak Prof. Dr. Edi Surya Negara, M.Kom.dan Bapak Dr. Tata Sutabri, S.Kom., M.M.S.I. selaku tim penguji yang telah memberikan masukan, ilmu, serta kritik yang membangun dalam penulisan tesis ini.
8. Terima kasih Untuk Mami Dian Rianawati dan Kakanda Dendi Lui telah mensupport kami dari nol sampai kami selesaikan tesis kami
9. Terima kasih juga kepada Tante R.A. Susilawati dan Om Winoto Chandra telah Membangkitkan semangat kami untuk menyelesaikan tesis Megister.
10. Pihak Sekretariat Pascasarjana Universitas Bina Darma Palembang yang telah memberikan bimbingan pelayanan dengan baik
11. Rekan-rekan Bimbingan Pak Tri Basuki, terima kasih bantuan serta infomasinya selama ini.
12. Teman-teman dan rekan-rekan seperjuangan S2 Universitas Bina Darma, atas dukungan, kerjasama, dan semangat dalam setiap momen. Penulis merasa diberkati memiliki sahabat dan teman-teman yang selalu ada di setiap langkah perjalanan ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran, kritik, dan masukan yang membangun dari pembaca demi perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berdoa semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan sistem aplikasi pada Badan Kepegawaian Negara dan ilmu pengetahuan bagi masyarakat. Semoga Allah SWT senantiasa meridhai setiap langkah dan usaha yang kita lakukan.

Penulis

Rachmad Iqbal

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN DEPAN	2
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TESIS	3
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI TESIS	4
SURAT PERNYATAAN	5
ABSTRAK	6
ABSTRACT	7
MOTTO DAN HALAMAN PERSETUJUAN	8
KATA PENGANTAR	9
DAFTAR ISI	11
DAFTAR TABEL	13
DAFTAR GAMBAR	14
DAFTAR LAMPIRAN	15
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	16
1.2. Identifikasi Masalah	17
1.3. Rumusan Masalah	18
1.4. Batasan Masalah	18
1.5. Tujuan Penelitian	19
1.6. Manfaat Penelitian	19
1.7. Susunan dan Struktur Tesis	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Klasifikasi	22
2.2.1. Deep Learning	23
2.2.2. Convolution Neural Network (CNN)	24
2.2. Feature Extraction	25
2.2.1. Feature Extraction for Image Classification	27
2.3. Confusion Matrix	30
2.4. Penelitian Terdahulu	32

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Desain dan Jadwal Penelitian	36
3.2. Data Penelitian	38
3.3. Metode Penelitian	39
3.4. Metode Pengumpulan Data	39
3.5. Teknik Analisis dan Pengolahan Data	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pra-Pemrosesan Data	41
4.2. Hasil	50
4.3. Pembahasan	56

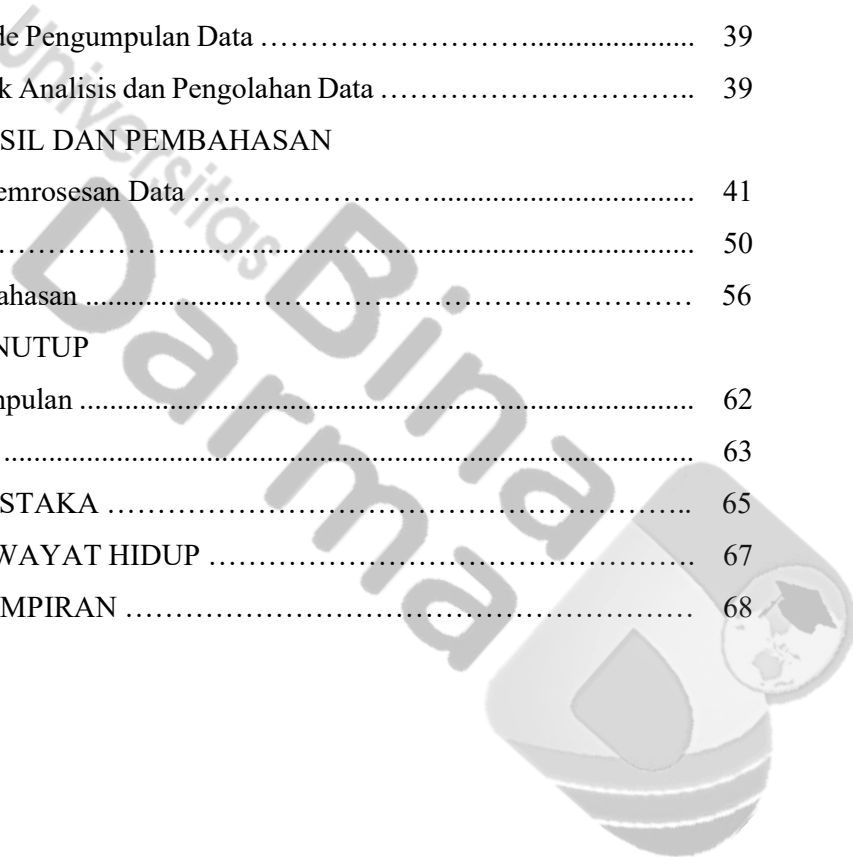
BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA	65
----------------------	----

DAFTAR RIWAYAT HIDUP	67
----------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN	68
-----------------------	----



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	32
Tabel 3.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	38
Tabel 4.1. Hasil dan Perbandingan	55
Tabel 4.2. Kurva Konvergensi Hasil	57
Tabel 4.3. Hasil Confusion Matrix	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Ilustrasi Arsitektur pada Deep Learning	23
Gambar 2.2.	Ekstraksi Fitur CNN pada Objek 3D ke 2D	25
Gambar 2.3.	Contoh Citra Digital Angka 8	27
Gambar 2.4.	Ilustrasi Citra Digital Angka 8 dan Fitur yang Dibentuk ..	28
Gambar 2.5.	Tiga Matrik untuk Masing-masing Jalur Warna RGB	28
Gambar 2.6.	Nilai Rata-Rata Matrik Baru dari Ketiga Matrik Sebelumnya	29
Gambar 2.7.	Citra Digital Berwarna	29
Gambar 2.8.	Gambar Dalam Format Tepian	30
Gambar 3.1.	Kerangka Metodologi Penelitian	37
Gambar 4.1.	Mendapatkan Nama Kelas Yang Berbeda Dari Direktori	42
Gambar 4.2.	Membangun Struktur Data Gambar	42
Gambar 4.3.	Hasil Konstruksi Struktur Data Gambar	43
Gambar 4.4.	Memuat dan Mengonversi Gambar Menjadi Array NumPy	44
Gambar 4.5.	Distribusi Frekuensi Berbagai Label Buah Dan Sayur	45
Gambar 4.6.	Gambar Sampel Dalam Empat Ekstraksi Fitur Gambar Yang Berbeda	47
Gambar 4.7.	Pisahkan Kumpulan Data 60-40.	50
Gambar 4.8.	Pemrosesan Pembuatan Model CNN	52
Gambar 4.9.	Pelatihan Model Dan Pemrosesan Validasi	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 SK Pembimbing	69
Lampiran 2 Jurnal Seminar & Sertifikat Seminar	70
Lampiran 3 Lembar Konsultasi Tesis	91
Lampiran 4 Lembar Perbaikan Tesis	92

