

**PENERAPAN METODE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE
MATRIX (GLCM) UNTUK KLASIFIKASI JENIS APEL HIJAU
MENGUNAKAN ALGORITMA K-NN**

SKRIPSI



Oleh :

FIRDAUS ANDRY SAPUTRA

NPM. 17081010074

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2022

**PENERAPAN METODE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE
MATRIX (GLCM) UNTUK KLASIFIKASI JENIS APEL HIJAU
MENGUNAKAN ALGORITMA K-NN**

SKRIPSI



Oleh :

FIRDAUS ANDRY SAPUTRA

NPM. 17081010074

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2022

SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT

Saya, mahasiswa program studi Informatika UPN “Veteran” Jawa Timur, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FIRDAUS ANDRY SAPUTRA

NPM : 17081010074

Menyatakan bahwa judul skripsi yang saya ajukan dan kerjakan yang berjudul:

“PENERAPAN METODE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM) UNTUK KLASIFIKASI JENIS APEL HIJAU MENGGUNAKAN ALGORITMA K-NN”

Bukan merupakan plagiat dari skripsi/tugas akhir/penelitian orang lain dan juga bukan merupakan produk dan atau software yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini adalah pekerjaan saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam daftar pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di UPN “Veteran” Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lain.

Jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini terbukti tidak benar, maka Saya siap menerima segala konsekuensinya.

Surabaya, Januari 2021
Penulis,

FIRDAUS ANDRY SAPUTRA
NPM. 17081010074

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

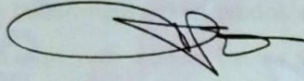
Judul : PENERAPAN METODE GRAY LEVEL CO-OCURRENCE
MATRIKS (GLCM) UNTUK KLASIFIKASI JANIS APEL
HIJAU MENGGUNAKAN ALGORITMA K-NN
Oleh : FIRDAUS ANDRY SAPUTRA
NPM : 17081010074

Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada:
Hari Rabu, Tanggal 19 Januari 2022

Mengetahui


Dosen Pembimbing

1.



Dr. Basuki Rahmat, S.Si., MT.
NIP3K. 19690723 2021211 002

2.



Eka Prakarsa Mandvartha, S.T.,
M.Kom.
NIP. 19880525 2018031 001

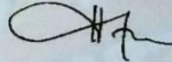
Dosen Penguji

1.



Eva Yulia Purbaningrum, S.Kom.,
M.Nom.
NIP3K. 19890705 2021212 002

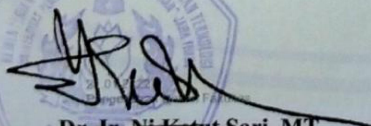
2.



Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.
NPT. 202199 31 213198

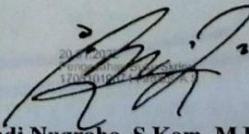
Menyetujui

**Dekan
Fakultas Ilmu Komputer**



Dr. Ni Ketut Sari, MT
NIP. 19650731 199203 2 001

**Koordinator Program Studi
Informatika**



Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NIP3K. 19800907 2021211 005

Penerapan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) Untuk Klasifikasi Jenis Apel Hijau Menggunakan Algoritma K-NN.

Nama Mahasiswa : Firdaus Andry Saputra
NPM : 17081010074
Program Studi : Informatika
Dosen Pembimbing : Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT.
Eka Prakarsa Mandyartha, ST, M.Kom.

ABSTRAK

Apel merupakan jenis buah-buahan dimana memiliki beragam jenis warna pada kulitnya tersendiri, ada yang berwarna merah, hijau maupun warna kuning salah satu jenis apel yang mudah untuk ditemukan adalah jenis apel hijau. Nama ilmiah dari apel adalah *Malus Domestica*. Dimana genus *malus* sendiri memiliki pusat keragaman yaitu di Turki Timur. Yang pernah disebutkan bahwa buah apel ini merupakan tanaman pertama dalam dunia pertanian. Kata apel sendiri diambil dari sebuah bahasa inggris kuno yaitu *aeppel*. Pada penelitian terdapat 3 jenis apel hijau yang berbeda dan berjumlah 50 pada masing-masing jenis. Metode klasifikasi yang digunakan adalah K-Nearest Neighbor (KNN) dengan menggabungkan metode ekstraksi fitur yaitu Grey Level Co-occurrence (GLCM). Parameter ekstraksi fitur yang digunakan yaitu energi, kontras, homogenitas dan korelasi. Dari keempat parameter GLCM tersebut kemudian dilakukan klasifikasi dengan KNN. Hasil percobaan menunjukkan akurasi klasifikasi menggunakan metode 5-fold *cross validation* mencapai 75.83%.

Kata Kunci: Ekstraksi fitur, GLCM, Klasifikasi, KNN, *Cross Validation*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat serta kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Penerapan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GlcM) Untuk Klasifikasi Jenis Apel Hijau Menggunakan Algoritma K-NN”. Selama penelitian dan penulisan skripsi ini banyak sekali hambatan yang penulis alami, namun berkat bantuan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Tujuan penulisan skripsi ini untuk memenuhi sebagaimana mestinya syarat memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer (S.Kom) bagi mahasiswa program S1 Fakultas Ilmu Komputer di program studi Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak karena tanpa adanya dukungan dan bantuan dari pihak yang terkait maka laporan penelitian skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Surabaya, 19 Januari 2022

Penulis,

Firdaus Andry Saputra

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Peneliti secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Peneliti banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT dengan segala rahmat serta karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini. Kepada kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu peneliti dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa yang tidak henti-hentinya mengalir demi kelancaran dan kesuksesan peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini. Selain itu peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Bapak Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT, selaku dosen pembimbing I dan Bapak Eka Prakarsa Mandyartha, ST, M.Kom, selaku dosen pembimbing II, yang telah sabar, dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, motivasi, arahan, dan saran-saran yang sangat berharga kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. Dosen serta staf pada Program Studi Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan ilmu, arahan, serta pengalaman selama perkuliahan.
4. Orang Tua dan saudara yang telah memberikan dukungan serta doa untuk menyelesaikan penelitian dan penyusunan laporan ini.
5. Teman-teman penulis khususnya Hilda Dea Amanda, Sandy Rizkyando dan teman-teman Universitas lain yang telah memberikan saran untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman-teman Program Studi Informatika Angkatan 2017 dan 2015 yang memotivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Dan semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang secara tidak sengaja tidak tertulis di atas dan penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat dan berguna bagi semua.

Surabaya, 19 Januari 2022

Penulis,

Firdaus Andry Saputra

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR KODE	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Klasifikasi	7
2.2.2 GLCM	8
2.2.3 K-NN	11
2.2.4 <i>K-fold Cross Validation</i>	16
2.2.5 <i>Confusion Matrix</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Pengumpulan Data	20
3.2 Pembuatan File .csv	20
3.3 Ekstrasi Fitur dengan GLCM	21
3.4 Klasifikasi K-NN	21
3.5 K-fold Cross Validation	21

3.6	Confusion Matrix	21
3.7	<i>Output</i> Pengelompokan.....	22
3.8	Skenario Pengujian	22
3.8.1	<i>Dataset</i> Pengujian	23
3.8.2	Skenario Uji Coba.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Pembuatan Class GLCM Untuk Tiap Matriks.....	27
4.2	Pembuatan File <i>.csv</i>	30
4.3	Ekstraksi Fitur GLCM	33
4.4	Klasifikasi KNN.....	35
4.5	Pengujian Matrix.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN EKSTRASI GLCM		56
LAMPIRAN DATA PENGUJIAN.....		79
LAMPIRAN DATA PELATIHAN		82
LAMPIRAN GAMBAR <i>DATASET</i>		92
BIODATA PENULIS		100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 2 Pixel Matriks GLCM.....	9
Gambar 2. 2 Contoh Alur Kerja K-NN.....	12
Gambar 2. 3 Urutan Untuk Menghitung Data Pengujian dan Data Pelatihan.....	17
Gambar 3. 1 Gambaran Umum Metodologi Penelitian	20
Gambar 3. 2 Diagram Proses Ekstraksi Fitur dan Klasifikasi	22
Gambar 3. 3 Diagram Proses Pengujian	23

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data Training	13
Tabel 2. 2 Perhitungan Jarak	14
Tabel 2. 3 Urutan Peringkat Jarak Minimum	14
Tabel 2. 4 Kumpulan Kategori Y Tetangga Terdekat.....	15
Tabel 2. 5 Model <i>Confussion Matrix</i>	17
Tabel 4. 1 Menentukan Matriks 0°, Matriks 45°, Matriks 90° dan Matriks 135° Dengan Pixel Matriks 3x3.....	28
Tabel 4. 2 Fitur GLCM dalam File <i>.csv</i>	31
Tabel 4. 3 Proses Ekstraksi Fitur GLCM	34
Tabel 4. 4 Cuplikan Hasil Ekstraksi GLCM	35
Tabel 4. 5 Cuplikan Isi Data Pelatihan	40
Tabel 4. 6 Cuplikan Isi Data Pengujian	41
Tabel 4. 7 Nilai <i>Matrix</i> Dari Data <i>Actual</i> Dan Data <i>Pred</i>	44
Tabel 4. 8 Detail <i>Confusion Matrix</i> 3x3.....	45
Tabel 4. 9 <i>Confusion Matrix</i> Apel Hijau 1	45
Tabel 4. 10 <i>Confusion Matrix</i> Apel Hijau 2.....	45
Tabel 4. 11 <i>Confusion Matrix</i> Apel Hijau 3.....	45
Tabel 4. 12 Hasil Uji Coba Masing-masing Kelas Apel Hijau dengan 5-fold.....	47
Tabel 4. 13 Hasil Uji Coba Akurasi Seluruh Apel Hijau.....	50
Tabel 4. 14 Detail Hasil Uji Coba Seluruh Apel Hijau.....	50

DAFTAR KODE

Kode 4. 1 Import Modul yang Dibutuhkan.	26
Kode 4. 2 Membuat <i>class</i> GLCM dan Perhitungan Matriks 0°	27
Kode 4. 3 Perhitungan Matriks 45°	28
Kode 4. 4 Perhitungan Matriks 90°	29
Kode 4. 5 Perhitungan Matriks 135°	29
Kode 4. 6 Pembuatan File <i>.csv</i>	30
Kode 4. 7 Membuat Fitur GLCM Pada File <i>.csv</i>	30
Kode 4. 8 Fungsi untuk Normalisasi.....	31
Kode 4. 9 Fungsi untuk Energi, Kontras, Homogenitas, dan Korelasi.....	32
Kode 4. 10 Modul <i>Glob</i> Pada Ekstraksi Fitur GLCM	33
Kode 4. 11 Kode Ekstraksi Fitur GLCM Pada Folder Apel Hijau.....	33
Kode 4. 12 Source Code Untuk Mencari Mean.....	34
Kode 4. 13 <i>Import</i> Modul.....	35
Kode 4. 14 Hitung Euclidean Antara Dua Vektor.	35
Kode 4.15 Mencari ketetanggaan yang Sama	36
Kode 4.16 Melakukan Prediksi dengan Ketetanggaan	37
Kode 4.17 Memisaahkan Kumpulan Data di Dataset.....	37
Kode 4. 18 Hitung Persentase Akurasi	38
Kode 4. 19 Evaluasi algoritma menggunakan <i>cross validation</i>	38
Kode 4. 20 Algoritma KNN	39
Kode 4. 21 <i>Import</i> Modul.....	39
Kode 4. 22 Menampilkan File Data Pelatihan Dalam Format <i>.csv</i>	40
Kode 4. 23 Menampilkan File Data Pengujian Dalam Format <i>.csv</i>	41

Kode 4. 24 Kode Untuk Menetapkan <i>folds</i> dan <i>num_neighbors</i>	42
Kode 4. 25 Menetapkan Nilai untuk Pengujian Matrix	43
Kode 4. 26 <i>Import</i> Modul.....	44
Kode 4. 27 Untuk <i>Output Confusion Matrix</i>	44
Kode 4. 28 <i>Import</i> Modul.....	46
Kode 4. 29 Untuk Menampilkan Uji Coba Akurasi 5-fold	46
Kode 4. 30 Kode <i>Import</i> Modul	48
Kode 4. 31 Kode Untuk Menampilkan Akurasi Pada Data Pelatihan	48

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	10
Persamaan 2.2	11
Persamaan 2.3	11
Persamaan 2.4	11
Persamaan 2.5	12
Persamaan 2.6	12
Persamaan 2.7	13
Persamaan 2.8	19
Persamaan 2.9	20
Persamaan 2.10	20
Persamaan 2.11	20