

Implementasi Klasifikasi Jenis Kayu Menggunakan Algoritma KNN dan Gray Level Co-occurrence Matrix

Ahmad Faisal Adiansyah¹, Tutik Khotimah², Rizkysari Meimaharani³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika Universitas Muria Kudus

E-mail: *¹ahmadfaisal089123@gmail.com, ²tutik.khotimah@umk.ac.id, ³rizky.sari@umk.ac.id

Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapatkan hasil tingkat akurasi klasifikasi yang didapatkan dari pengujian K parameter. Metode penelitian ini menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor sebagai penentu hasil klasifikasi dan dibantu menggunakan fitur ekstraksi nilai Gray Level Co-occurrence Matrix. Pada ekstraksi nilai GLCM sudah didapatkan nilai keabuan yang digunakan sebagai data pencari nilai akhir tetangga terdekat. Pengujian juga dibatasi hanya menggunakan parameter K ganjil yang berjumlah 8 parameter K . Penelitian ini menggunakan parameter $K=1$, $K=3$, $K=5$, $K=7$, $K=9$, $K=11$, $K=13$, $K=15$ yang menggunakan dataset gambar kayu sebanyak 150. Kemudian gambar kayu tersebut dibagi menjadi 3 jenis kayu berbeda yang sudah dikumpulkan. Dataset dibagi menjadi 120 data train dan 30 data testing. Sehingga pada hasil testing sistem mendapatkan tingkat akurasi terendah ketika pengujian menggunakan parameter $K=13$ yang hanya mencapai tingkat akurasi 76,67%. Serta tingkat akurasi tertinggi didapatkan ketika pengujian $K=1$ yang mendapat tingkat akurasi 90,00%, serta didapatkan rata-rata pengujian menunjukkan nilai akurasi 83,75%.

Kata Kunci—Klasifikasi, KNN, GLCM, Kayu

Abstract

This study aims to obtain classification accuracy results derived from testing various K parameters. The research method uses the K-Nearest Neighbor algorithm as the determinant of classification results, supported by the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) for feature extraction. Through GLCM feature extraction, grayscale values have been obtained and used as data to determine the final nearest neighbor. The testing is limited to using only odd-numbered K parameters, totaling eight K parameters. This study employs K parameters: $K=1$, $K=3$, $K=5$, $K=7$, $K=9$, $K=11$, $K=13$, and $K=15$, using a dataset of 150 wood images. The wood images are divided into three different wood types that have been collected. The dataset is divided into 120 training data and 30 testing data. The testing results show that the system achieves the lowest accuracy of 76.67% when using parameter $K=13$, while the highest accuracy of 90.00% is achieved when using parameter $K=1$. The average accuracy across all tests is 83.75%.

Keywords—Classification, KNN, GLCM, Wood

1. PENDAHULUAN

Kayu sudah menjadi sebuah komoditas yang umum bagi masyarakat desa Krapyak lebih tepatnya desa Krapyak yang berada di Kecamatan Tahunan Kabupaten Jepara. Jepara banyak pengrajin kayu yang menggunakan kayu untuk membuat *furniture* yang dapat digunakan untuk menunjang penghasilan dari kebanyakan masyarakat. Karena begitu banyaknya jenis kayu yang mempunyai corak atau bentuk tekstur yang beragam dapat menyulitkan pengrajin kayu yang awam untuk mengenali jenis kayu tersebut. Dengan sulitnya membedakan jenis-jenis kayu. Terkadang permasalahan muncul ketika calon pembeli yang awam dan masih sulit untuk mengenali jenis kayu berdasarkan teksturnya dan warna yang berbeda. Sehingga merugikan bagi pembeli yang sudah melakukan pembayaran dengan harga mahal namun mendapatkan jenis kayu yang berbeda dari yang seharusnya[1].

Dalam melakukan identifikasi jenis kayu secara manual sering terjadi kesalahan, karena kurangnya pengalaman dan pengetahuan tentang kayu. Selain itu jika dilihat secara langsung, kayu memiliki warna, corak, atau bentuk tekstur yang hampir sama. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengidentifikasi jenis kayu tersebut membutuhkan proses yang cukup lama. Karena perlu dilakukan secara berulang-ulang dan terus-menerus untuk memastikan kebenaran jenis kayu tersebut[2]

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hilma Aszahrach dkk, pengenalan jenis kayu dapat dilakukan dengan pengamatan pada ciri-ciri kayu yang bisa didapatkan parameter tekstur, berat, warna dan lain sebagainya[3]. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pengambilan data ini menggunakan metode GLCM untuk ekstraksi, serta menggunakan algoritma KNN (*K-Nearest Neighbor*) untuk identifikasi jenis kayu[4].

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Muhammad A'inul Yaqin dkk yang berhasil menciptakan alat identifikasi kayu menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* dan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)* menghasilkan mendapatkan tingkat akurasi tertinggi sebesar 96% dengan K parameter K=9 dan nilai rata-rata 86%[5]. Perbandingan antara SVM yang dilakukan dengan data train 112 dan data test 48 hanya menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 27,08%[6].

Penelitian yang dilakukan oleh Benedictus Mario Wendhi Tranose dkk menunjukkan hasil yang berbeda yang hanya mendapatkan rata-rata akurasi hanya sebesar 75,54% nilai tersebut didapatkan dengan menguji parameter K=1, K=3, K=5, K=7 dan K=9. Kemudian menggunakan dataset kayu sebanyak 100 citra gambar dan didapatkan akurasi tertinggi sebesar 91,6% yang dihasilkan saat pengujian parameter K=5 dan tingkat akurasi terendah sebesar 61,1% saat pengujian menggunakan parameter K=1[4].

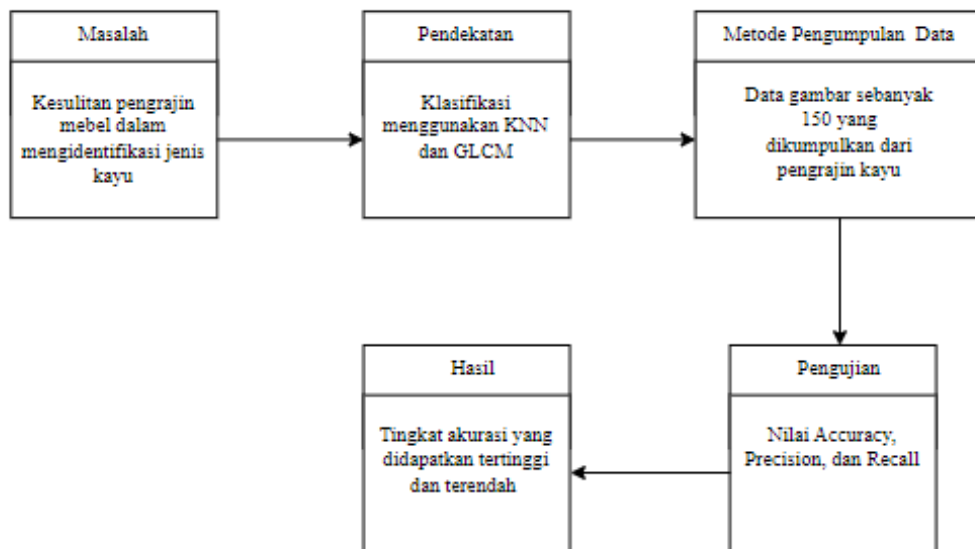
Berdasarkan uraian tersebut penulis mendapat kesimpulan bahwa menggunakan algoritma KNN masih relevan dan masih menghasilkan hasil yang tinggi dalam tingkat klasifikasi dengan data set yang hampir sama serta kemudahan pengembangan nya.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian klasifikasi jenis kayu menggunakan algoritma KNN dan juga menggunakan fitur ekstraksi citra GLCM menggunakan pendekatan kuantitatif. Metode ini dipilih karena memiliki tujuan untuk pengujian dan pengukuran seberapa efektif penggunaan algoritma KNN dalam klasifikasi pada dataset kayu yang sudah dikumpulkan. Penelitian ini juga dibagi menjadi beberapa Tahap yang dilakukan sebagai berikut.

2.1. Tahap Perumusan Kerangka berpikir

Pada tahap ini peneliti merumuskan kerangka berpikir yang dilakukan guna mempermudah penyelesaian dari masalah yang sudah ada. detail kerangka berpikir bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Kerangka berpikir

Pada gambar 1 tahapan kerangka berpikir di atas menunjukkan masalah yang dihadapi yaitu kesulitan dalam identifikasi kayu. Selanjutnya menemukan pendekatan yang sesuai dengan masalah yang ada. Untuk melakukan penelitian penulis mengumpulkan dataset untuk proses pengujian. Pengujiannya digunakan *Confusion Matrix* yang mendapatkan nilai. Pada hasil yang didapatkan menunjukkan akurasi dari nilai akurasi yang telah dihasilkan.

2.2. Tahap Pengumpulan Dataset

Pada tahap berikutnya adalah pengumpulan dataset gambar kayu yang digunakan dalam pengujian, dataset gambar kayu dikumpulkan dari beberapa tempat mebel yang ada di sekitar.

2.2.1. Dataset

Dataset adalah sekumpulan data yang mencakup sejumlah entitas atau sampel yang diperoleh dari berbagai sumber. Dalam konteks penelitian ilmiah, dataset biasanya terdiri dari sejumlah variabel atau atribut yang diukur atau diamati pada setiap entitas, serta informasi tambahan yang mendukung proses analisis. Dataset memainkan peran penting dalam penelitian, karena menjadi dasar untuk analisis, pengembangan model, dan penarikan kesimpulan penelitian[7].

2.2.2. Dataset Yang Digunakan

Pada penelitian ini, penulis mengumpulkan dataset secara mandiri dengan mengunjungi beberapa tempat usaha mebel di sekitar wilayah penelitian. Dataset berupa gambar kayu diambil menggunakan kamera digital. Setiap gambar kayu kemudian dikelompokkan berdasarkan jenisnya, yaitu kayu Jati, kayu Nangka, dan kayu Mahoni. Proses pengambilan gambar dilakukan dengan memperhatikan kondisi pencahayaan yang seragam untuk mengurangi variasi yang tidak

diinginkan dalam dataset. Seluruh gambar yang dikumpulkan diolah lebih lanjut pada tahap preprocessing sebelum digunakan dalam proses klasifikasi.

Penelitian ini menggunakan dataset gambar kayu untuk menentukan tingkat akurasi yang dihasilkan. Oleh karena itu, penulis mengumpulkan dataset gambar kayu sebanyak 150 gambar kayu yang didalamnya berisi 3 jenis kayu yang berbeda. Dengan karakteristik corak yang hampir sama yaitu kayu Jati, kayu Nangka dan kayu Mahoni yang masing-masing tipe kayu diambil 50 gambar, setelah didapatkan dataset dibagi menjadi 120 data train dan 30 untuk data testing, untuk detailnya bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Dataset yang dikumpulkan

No	Jenis Kayu	Data Train	Data Test
1	Jati	40	10
2	Nangka	40	10
3	Mahoni	40	10
	Jumlah	120	30

Dataset yang dikumpulkan oleh penulis didapat dari tempat mebel yang ada di sekitar yang biasa digunakan untuk bahan *furniture*. berikut adalah contoh gambar dataset kayu yang sudah dikumpulkan oleh penulis, contoh gambar yang menjadi dataset bisa dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4.



Gambar 2 Kayu Jati



Gambar 3 Kayu Nangka



Gambar 4 Kayu mahoni

2.3. Tahap Preprocessing

Pada tahap *pre-processing* ini langkah yang harus diutamakan adalah dengan membagi citra menjadi 2 bagian berbeda yaitu data train dan data test untuk membedakan data yang digunakan[8]. Setelah pembagian dataset yang sudah dilakukan, tahap selanjutnya adalah memasukkan dataset gambar ke dalam model klasifikasi menggunakan KNN untuk menentukan hasil dari gambar kayu tersebut[9]. Adapun proses yang dilakukan dalam langkah Preprocessing yang dilakukan sebagai berikut.

2.3.1. Image Resizing

Pada proses ini mengubah dataset gambar yang semula berukuran besar dan dapat membuat waktu proses train data menjadi lama. Pada proses ini mengubah ukuran piksel asli yang semula berukuran 3000x3000 piksel menjadi gambar berukuran piksel lebih kecil. Penulis memutuskan untuk mengubah menjadi 200x200 untuk memangkas waktu train dan meringankan proses klasifikasi yang dilakukan.

2.3.2. Ekstraksi Citra GLCM

Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) diterapkan dalam proses ekstraksi fitur citra yang menyampaikan informasi tekstur yang memaparkan citra secara detail. Sehingga sangat berguna dalam analisis dan klasifikasi citra[8]. Dalam GLCM terdiri empat fitur untuk mengekstraksi citra yaitu ASM (Angular Second Moment) atau Energy, Entropy, Contrast, Homogeneity[4].

Fitur Contrast digunakan untuk mencari nilai perbedaan skala keabuan yang sering muncul pada sebuah citra. Jika pada sebuah piksel ketetanggaan mempunyai nilai yang sama maka nilai citra tersebut bernilai 0. Nilai *Contrast* (Con) dapat dihitung dengan persamaan 1[10]

$$Contrast = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L (i - j)^2 GLCM(i, j) \quad (1)$$

Correlation digunakan untuk mendeskripsikan keterkaitan linear dari tingkat keabuan yang terdapat pada suatu citra. Nilai *Correlation* (Cor) dapat dihitung dengan persamaan 2[10]

$$Correlation = \sum_i \sum_j (i - \mu_i)(j - \mu_j)p(i, j)\sigma_i \sigma_j \quad (2)$$

Energy merupakan suatu fitur yang digunakan dalam mendeskripsikan kemiripan pada suatu citra. Jika suatu citra memiliki tingkat kemiripan antara citra yang satu dengan citra yang lain maka nilai fitur energynya semakin tinggi. Nilai *Energy* (Energy) dapat dihitung dengan persamaan 3[10]

$$Energy = \sum_i \sum_j p(i, j)^2 \quad (3)$$

Homogeneity digunakan untuk mengukur kedekatan dan ketetanggaan pada citra. Jika semua piksel nilai yang sama atau seragam maka nilai homogeneity menjadi tinggi. Nilai Homogeneity (Hom) dapat dihitung dengan persamaan 4[10]

$$Homogeneity = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L \frac{GLCM(i, j)}{1 + (i - j)^2} \quad (4)$$

2.4. Tahap Pengujian

Pada Tahap ini penulis melakukan pengujian klasifikasi menggunakan model yang sudah berisi data dari proses *Preprocessing*. Data yang menggunakan algoritma KNN sebagai acuan hasil klasifikasi jenis kayu serta *Confusion Matrix* untuk mendapatkan nilai dari akurasi pengklasifikasian yang dilakukan.

2.4.1. K-Nearest Neighbor (KNN)

K-Nearest Neighbor (KNN) adalah suatu algoritma yang digunakan untuk mengklasifikasikan data dengan memanfaatkan data latih (*training record*) dari tetangga terdekat. Di mana parameter K merupakan jumlah tetangga terdekat yang menentukan hasil klasifikasi.[7] Metode KNN adalah melakukan proses penghitungan jarak terdekat dari data uji dengan membandingkannya dengan data latih yang sudah didapatkan. Maka diambil data yang paling kecil jaraknya sejumlah K yang ditentukan di awal[11]. Langkah untuk melakukan penghitungan KNN menggunakan *Euclidean Distance* adalah[3]

- 1) Menentukan parameter K[3]

- 2) Hitung jarak antara data yang dievaluasi dengan semua data pelatihan atau data sampel. Untuk menghitung jaraknya dengan menggunakan rumus Euclidean Distance[3] yang bisa dilihat pada persamaan 5.

$$d_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \quad (5)$$

Keterangan:

D : jarak kedekatan

x : data train

y : data test

n : jumlah atribut individu

i : atribut individu antara 1 sampai dengan n

- 3) Susun jarak yang telah dihitung dalam urutan naik, lalu pilih jarak terdekat hingga urutan ke-K[3].
- 4) Pasangkan kategori atau kelas yang bersesuaian.[3]
- 5) Hitung kategori yang paling sering muncul di antara tetangga terdekat, kemudian tetapkan kategori tersebut sebagai hasil klasifikasi untuk data yang dianalisis.[3]

2.4.2. Confusion Matrix

Confusion Matrix adalah metode berbentuk matriks yang digunakan untuk menghitung tingkat akurasi dalam analisis data mining[4]. Confusion matrix adalah tabel yang menunjukkan jumlah data uji yang berhasil diklasifikasikan dengan benar dan jumlah data uji yang salah klasifikasi. Sebagai contoh, confusion matrix dapat digunakan dalam klasifikasi biner[12]. Dalam penghitungan *Confusion Matrix* didapatkan nilai *Accuracy*, *Precision*, dan *Recall* rumus yang digunakan untuk menghitung nya bisa dilihat pada Persamaan 6,7 dan 8.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{Total} \quad (6)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (7)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (8)$$

Keterangan:

TP = Jumlah data positif citra yang dikenali dengan benar oleh sistem.

TN = Jumlah data negatif citra yang dikenali dengan benar oleh sistem.

FP = Jumlah data positif citra namun dikenali dengan salah oleh sistem.

FN = Jumlah data negatif citra namun dikenali dengan salah oleh sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan penelitian ini penulis menguji dataset yang sudah dikumpulkan dengan skenario melakukan testing menggunakan beberapa parameter K. penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi serta pengujian ini memiliki skenario dengan mengamati nilai *Accuracy*, *Precision*, dan *Recall* yang didapatkan dalam pengujian K parameter.

a) Pengujian Tingkat Akurasi Parameter K

Pada pengujian ini menggunakan beberapa parameter K untuk mendapatkan tingkat akurasi tertinggi. Pengujian ini menggunakan 8 parameter K. Nilai yang digunakan adalah K=1, K=3, K=5, K=7, K=9, K=11, K=13, dan K=15 yang masing-masing dilakukan pengujian dengan data testing 30 gambar.

1) Parameter K=1

Pada pengujian parameter K=1 ini didapatkan tingkat akurasi sebesar 90,00% dengan rincian pengujian terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian parameter K=1

No	Jenis Kayu	Benar	Salah	Akurasi
1	Kayu Jati	9	1	90,00%
2	Kayu Nangka	10	0	100%
3	Kayu Mahoni	8	2	80,00%
Rata - Rata				90,00%

2) Parameter K=3

Pada pengujian parameter K=3 ini didapatkan tingkat akurasi lebih rendah dari K=1 yang hanya mendapat tingkat akurasi 80,00%. Rincian pengujian terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3 Pengujian parameter K=3

No	Jenis Kayu	Benar	Salah	Akurasi
1	Kayu Jati	6	4	60,00%
2	Kayu Nangka	10	0	100%
3	Kayu Mahoni	8	2	80,00%
Rata - Rata				80,00%

3) Parameter K=5

Pada pengujian parameter K=5 ini didapatkan tingkat akurasi lebih tinggi dari K=3 namun masih rendah dibandingkan dengan pengujian K=1. Pengujian K=5 ini didapatkan tingkat akurasi sebesar 86,67%, rincian pengujian terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengujian parameter K=5

No	Jenis Kayu	Benar	Salah	Akurasi
1	Kayu Jati	6	4	60,00%
2	Kayu Nangka	10	0	100%
3	Kayu Mahoni	10	0	100%

Rata - Rata	86,67%
-------------	--------

4) Parameter K=7

Pada pengujian parameter K=7 ini didapatkan akurasi yang sama dengan K=5 yang lebih rendah dari K=1 dan lebih tinggi dari K=3. Parameter K=7 mendapat tingkat akurasi sebesar 86,67%, untuk rincian pengujian terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5 Pengujian parameter K=7

No	Jenis Kayu	Benar	Salah	Akurasi
1	Kayu Jati	6	4	60,00%
2	Kayu Nangka	10	0	100%
3	Kayu Mahoni	10	0	100%
Rata - Rata				86,67%

5) Parameter K=9

Pada pengujian parameter K=9 ini didapatkan tingkat akurasi yang sama dengan K=5 dan K=7 yang sama-sama mendapatkan tingkat akurasi sebesar 86,67%. rincian pengujian terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6 Pengujian parameter K=9

No	Jenis Kayu	Benar	Salah	Akurasi
1	Kayu Jati	6	4	60,00%
2	Kayu Nangka	10	0	100%
3	Kayu Mahoni	10	0	100%
Rata – Rata				86,67%

6) Parameter K=11

Pada pengujian parameter K=11 ini didapatkan tingkat akurasi yang lebih lebih rendah dari parameter sebelum nya kecuali parameter K=3. Tingkat akurasi yang didapatkan K=11 sebesar 83,33%, rincian pengujian terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7 Pengujian parameter K=11

No	Jenis Kayu	Benar	Salah	Akurasi
1	Kayu Jati	6	4	60,00%
2	Kayu Nangka	10	0	100%
3	Kayu Mahoni	9	1	90,00%
Rata - Rata				83,33%

7) Parameter K=13

Pada pengujian parameter $K=13$ ini didapatkan tingkat akurasi yang lebih rendah dari parameter K sebelumnya yang sudah di uji. $K=13$ mendapat tingkat akurasi sebesar 76,67%. Rincian pengujian terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8 Pengujian parameter $K=13$

No	Jenis Kayu	Benar	Salah	Akurasi
1	Kayu Jati	6	4	60,00%
2	Kayu Nangka	10	0	100%
3	Kayu Mahoni	7	3	70,00%
Rata – Rata				76,67%

8) Parameter $K=15$

Pada pengujian parameter $K=15$ ini didapatkan tingkat akurasi yang sama dengan $K=3$ dan lebih tinggi dari $K=13$. Tingkat akurasi $K=15$ yang didapat adalah 80% dengan rincian pengujian terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9 Pengujian parameter $K=15$

No	Jenis Kayu	Benar	Salah	Akurasi
1	Kayu Jati	6	4	60,00%
2	Kayu Nangka	10	0	100%
3	Kayu Mahoni	8	2	80,00%
Rata - Rata				80,00%

b) Pengujian Tingkat Akurasi *K-Nearest Neighbor (KNN)*

Tabel 10 Hasil pengujian semua parameter

No	Pengujian	Nilai K	Akurasi
1	Parameter 1	1	90,00%
2	Parameter 3	3	80,00%
3	Parameter 5	5	86,67%
4	Parameter 7	7	86,67%
5	Parameter 9	9	86,67%
6	Parameter 11	11	83,33%
7	Parameter 13	13	76,67%
8	Parameter 15	15	80,00%
Rata – Rata			83,75%

Dengan pengujian parameter K yang sudah lakukan yang bisa di liat detailnya pada Tabel 10. tingkat akurasi yang didapat dari pengujian memiliki tingkat akurasi tertinggi yang didapatkan parameter $K=1$ sebesar 90%. Tingkat akurasi terendah yang didapatkan parameter $K=13$ yang hanya mendapat kan tingkat akurasi 76,67%. Dengan

semua pengujian ini didapatkan rata-rata dari klasifikasi jenis kayu Jati, kayu Nangka dan kayu Mahoni yaitu sebesar 83,75%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dengan menggunakan dataset kayu sebanyak 150 gambar kayu. Dibagi menjadi 120 gambar kayu sebagai data train dan 30 gambar kayu sebagai data testing. Penulis menarik kesimpulan yang bisa didapatkan adalah pengujian parameter $K=1$, $K=3$, $K=5$, $K=7$, $K=9$, $K=11$, $K=13$, dan $K=15$ mempunyai hasil yang berbeda-beda. Tingkat akurasi tertinggi yang didapatkan oleh $K=1$ sebesar 90,00% dan tingkat akurasi terendah didapatkan saat pengujian $K=13$ yang hanya sebesar 76,67% dan rata-rata akurasi yang didapatkan adalah 83,75%. Serta penggunaan dataset yang berkualitas juga dapat mempengaruhi hasil tingkat akurasi yang bisa didapatkan. Oleh karena itu, parameter K harus diuji semua demi mendapatkan hasil yang maksimal.

5. SARAN

Saran yang bisa penulis berikan pada peneliti selanjutnya adalah membuat perbandingan antara algoritma KNN dengan algoritma lain. Untuk mendapatkan hasil yang berbeda serta demi meningkatkan hasil yang didapat. Serta mengumpulkan dataset yang banyak dan berkualitas untuk menunjang penelitian yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Arifin, "KLASIFIKASI CITRA TEKSTUR KAYU MENGGUNAKAN GRAY LEVEL CO-OCCURANCE MATRIX DAN LOCAL BINARY PATTERN," *Jurnal Informatika dan Komputer*), vol. 6, no. 1, pp. 34–40, 2022.
- [2] D. W. Wibowo, D. Erwanto, and D. A. W. Kusumastutie, "Klasifikasi Jenis Kayu Menggunakan Ekstraksi Fitur Gray Level Co-Occurrence Matrix dan Multilayer Perceptron," *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 10, no. 1, p. 1, Mar. 2021, doi: 10.25077/jnte.v10n1.788.2021.
- [3] H. Aszahrach, S. Anraeni, and H. Darwis, "Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam Penerapan Metode K-Nearest Neighbour untuk Mengidentifikasi Jenis Kayu Sebagai Bahan Furniture INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK," vol. 3, no. 4, pp. 284–292, 2022.
- [4] B. M. W. , Tranose, H. , Hikmayanti, and S. A. P. , Lestari, "Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Dengan Pengolahan Citra Digital Untuk Mengidentifikasi Jenis Kayu," *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, vol. IV, no. 2, pp. 102–110, 2023.
- [5] M. A. Yaqin, R. Alfita, and K. A. Wibisono, "ALAT IDENTIFIKASI JENIS KAYU BERBASIS IMAGE PROCESSING DENGAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR (KNN)," *Seminar Nasional Fortei Regional*, vol. 7, pp. 102–110, 2020.
- [6] M. Azwar Tsar Siregar, "Identifikasi Cacat Pada Kayu Menggunakan Fitur GLCM Dengan Metode SVM," vol. 3, no. 1, pp. 22–32, 2022.

- [7] F. Malik Namus Akbar, “Metode KNN (K-Nearest Neighbor) untuk Menentukan Kualitas Air,” *Jurnal TEKNO KOMPAK*, vol. 18, no. 1, pp. 28–40, 2024.
- [8] A. Nurjulianty, P. Purnawansyah, and H. Darwis, “Perbandingan Metode Naïve Bayes dan K-NN dengan Ekstraksi Fitur GLCM pada Klasifikasi Daun Herbal,” *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 7, no. 4, p. 1740, Oct. 2023, doi: 10.30865/mib.v7i4.6262.
- [9] R. A. Sumiranto, I. M. Daniati, and A. Tasia, “Klasifikasi Tingkat Kerusakan Kayu Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN),” *PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI DAN SAINS*, vol. 3, pp. 257–262, 2024.
- [10] H. H. Ullu, B. Baso, R. Risald, P. G. Manek, and D. Chrisinta, “Ekstraksi Fitur Berbasis Tekstur Pada Citra Tenun Timor Menggunakan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM),” *Journal of Information and Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 70–74, Sep. 2022, doi: 10.32938/jitu.v2i2.3245.
- [11] C. Muhammad, R. Maulana, M. Hannats, and H. Ichsan, “Purwarupa Perahu untuk Monitoring dan Klasifikasi Kualitas Air Bendungan dengan Metode K-Nearest Neighbor (KNN),” 2020. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [12] D. Normawati and S. A. Prayogi, “Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter,” *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer & Informatika)*, vol. 5, pp. 697–711, 2021.