


Penerapan Metode K-Nearest Neighbour untuk Mengidentifikasi Jenis Kayu Sebagai Bahan Furniture

Hilma Aszahrah^{a,1,*}, Siska Anraeni^{a,2}, Herdianti Darwis^{a,3}

^a Universitas Muslim Indonesia, Jalan Urip Sumoharjo, Makassar 90231, Indonesia
¹ hilmaaszahrah18@gmail.com; ² siska.anraeni@umi.ac.id; ³ herdianti.darwis@umi.ac.id
*corresponding author

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Diterima : 06 – 11 – 2022 Direvisi : 21 – 11 – 2022 Diterbitkan : 30 – 11 – 2022	Pengenalan jenis kayu dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan berdasarkan pada ciri-ciri tertentu yaitu dengan menggunakan parameter tekstur, berat, warna dan lain sebagainya. Begitupun dengan memilih jenis kayu sebagai bahan furniture, selama ini sering dilakukan adalah dengan melihat saja atau memegang kayu secara umum dengan memperhatikan teksturnya. Selain akurasi yang kurang, cara ini juga membutuhkan pengalaman yang cukup banyak apalagi dalam memilih kayu yang akan digunakan dalam membuat dekorasi rumah seperti jendela dan kursi dibutuhkan kayu yang kuat dan kokoh karena itu sistem pengenalan jenis kayu yang akurat dan praktis sangat penting untuk dikembangkan. Mengingat banyaknya jenis kayu yang memiliki kesamaan ciri sehingga sulit mengidentifikasi jenis kayu yang akan digunakan sebagai bahan furniture oleh karena itu dikembangkan suatu sistem teknik klasifikasi untuk identifikasi jenis kayu dengan metode GLCM. Metode ini merupakan suatu metode yang melakukan analisis terhadap suatu piksel pada citra dan mengetahui tingkat keabuan yang sering terjadi, metode yang paling sering digunakan untuk analisis tekstur yang didasarkan pada ciri statistik citra yang dimana dalam perhitungan statistiknya menggunakan distribusi derajat keabuan (histogram) dengan mengukur tingkat kontras, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel di dalam citra. Hasil penelitian menunjukkan dari tahap pengujian dengan nilai K=1, K=7, K=10, K=12, dan K=15 dengan jumlah data training sebanyak 45 data didapatkan nilai K=1 sebagai nilai persentase tertinggi dengan tingkat akurasi sistem sebesar 91%.
Kata Kunci: Kayu Identifikasi K-Nearest Neighbour (KNN) GLCM Supervised Learning	
	This is an open access article under the CC-BY-SA license
	

I. Pendahuluan

Kayu adalah salah satu komoditas yang dihasilkan dari hutan yang mempunyai peran penting dalam dunia industri kecil lingkup rumah tangga hingga industri besar seperti lingkup perdagangan dunia, Kayu telah digunakan sebagai bahan bangunan selama ribuan tahun dan juga digunakan dalam industri furniture serta dekorasi rumah, di samping bidang usaha lainnya [1]. Sebagai sumber daya alam yang berasal dari proses alami, kayu merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai dengan kemajuan teknologi. Pemanfaatan kayu bisa digunakan sebagai bahan furniture rumah tangga karena memiliki sifat-sifat paling fleksibel dibanding dengan bahan-bahan lain sehingga kayu dimanfaatkan potensinya sebagai bahan untuk membuat bangunan, furniture atau karya seni lainnya [2]. Selain itu, kemudahan pengerjaan kayu juga menjadi salah satu alasan kayu digunakan. Namun tidak semua kayu bisa dijadikan bahan furniture ada juga jenis kayu yang tidak layak dijadikan sebagai bahan furniture rumah.

Pengenalan jenis kayu dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan berdasarkan pada ciri-ciri tertentu yaitu dengan menggunakan parameter tekstur, berat, warna dan lain sebagainya [3]. Begitupun dengan memilih jenis kayu sebagai bahan furniture, selama ini sering dilakukan adalah dengan melihat saja atau memegang kayu secara umum dengan memperhatikan teksturnya. Selain akurasi yang kurang, cara ini juga membutuhkan pengalaman yang cukup banyak apalagi dalam memilih kayu yang akan digunakan dalam membuat dekorasi rumah seperti jendela dan kursi dibutuhkan kayu yang kuat dan kokoh karena itu sistem pengenalan jenis kayu yang akurat dan praktis sangat penting untuk dikembangkan [4].

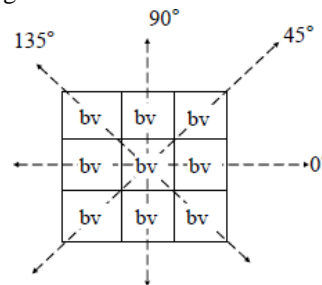
Mengingat banyaknya jenis kayu yang memiliki kesamaan ciri sehingga sulit mengidentifikasi jenis kayu yang akan digunakan sebagai bahan furniture oleh karena itu dikembangkan suatu sistem teknik klasifikasi untuk identifikasi jenis kayu dengan metode GLCM.

Metode ini merupakan suatu metode yang melakukan analisis terhadap suatu piksel pada citra dan mengetahui tingkat keabuan yang sering terjadi, metode yang paling sering digunakan untuk analisis tekstur yang didasarkan pada ciri statistik citra yang dimana dalam perhitungan statistiknya menggunakan distribusi derajat keabuan (histogram) dengan mengukur tingkat kekontrasan, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel di dalam citra [5]. Adapun dalam klasifikasinya menggunakan menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN). Metode KNN merupakan metode yang menggunakan klasifikasi untuk melakukan prediksi terhadap data baru, klasifikasi tersebut dilakukan terhadap suatu objek atau data berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut berdasarkan atribut dan training sample [6]. Penelitian terdahulu [7] telah membuat alat yang bertujuan mengidentifikasi jenis kayu berdasarkan proses hasil ekstraksi kayu. Perbedaan dengan penelitian penulis yaitu pada penelitian tersebut gambar di konversi menjadi dua fitur yaitu HSV dan GLCM sedangkan penelitian penulis hanya dikonversi ke fitur GLCM. Berdasarkan permasalahan diatas maka penulis membuat sistem Penerapan Metode K-Nearest Neighbor dalam Mengidentifikasi Jenis Kayu Sebagai Bahan Furniture, Diharapkan dengan adanya sistem ini dapat meminimalisir adanya kesalahan dalam pemilihan jenis kayu berdasarkan pengolahan citra.

II. Metode

A. Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)

Merupakan suatu metode yang melakukan analisis terhadap suatu piksel pada citra dan mengetahui tingkat keabuan yang sering terjadi. Untuk melakukan analisis citra berdasarkan distribusi statistik dari intensitas pikselnya dapat dilakukan dengan mengekstrak fitur teksturnya [8]. GLCM melakukan ekstraksi ciri berbasis statistik, perolehan ciri diperoleh dari nilai piksel matrik yang mempunyai nilai tertentu dan membentuk suatu sudut pola [9]. Untuk ukuran windows 3×3 misalnya (terdiri dari 9 piksel), fungsi sudut dan jarak tersebut dapat digunakan sebagai berikut:



Gambar 1. Matrix Co-Occurrence [10]

GLCM memiliki 5 fitur yang sering digunakan dalam mengolah data citra yaitu:

1) *Energy*

Energy merupakan ukuran homogenitas dari suatu citra, untuk mencari nilai ekstraksi fitur ASM dapat digunakan rumus berikut:

$$energy = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L (P_{ij})^2 \quad (1)$$

2) *Contrass*

Contrass merupakan ukuran keberadaan variasi aras keabuan piksel citra dirumuskan dengan:

$$Contrass = \sum_{i \neq j} \sum_{j=1}^L (i - j)^2 P(i, j) \quad (2)$$

3) *Entrophy*

Entrophy menyatakan ukuran ketidakteraturan aras keabuan didalam citra dirumuskan dengan:

$$Entrophy = - \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L P(i, j) \log(P(i, j)) \quad (3)$$

4) *Homogeneity*

Homogeneity merupakan fitur yang digunakan untuk mengukur homogenitas variasi intensitas dalam citra dirumuskan dengan:

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

5) *Correlation*

Correlation merupakan fitur yang mengukur ketergantungan linear dari aras keabuan dalam ketetanggaan piksel citra yang dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$Kolerasi = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L \frac{(p_{ij} - \mu_i)(p_{ij} - \mu_j) * P(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (5)$$

Keterangan

P : matriks GLCM normalisasi

i : indeks baris matriks P

j : indeks kolom matriks P [11]

Metode K-Nearest Neighbor (KNN) adalah sebuah algoritma pelatihan untuk mengklasifikasikan suatu data baru berdasarkan kategori mayoritas banyaknya K data pelatihan yang terdekat dengannya (nearest neighbor). Tujuan utama dari algoritma ini adalah untuk mengklasifikasikan suatu obyek baru berdasarkan atribut dan sampel pelatihan. Algoritma KNN menggunakan klasifikasi berdasarkan persekitaran obyek sebagai nilai prediksi untuk data baru yang dicari kelasnya. KNN bekerja sangat sederhana, algoritma ini bekerja dengan berdasarkan jarak minimum antara data baru yang kemudian dengan menentukan banyaknya K persekitaran data baru tersebut, dipilih class terbanyak yang muncul dari persekitaran dan digunakan sebagai dasar untuk menetapkan class dari data baru tersebut. Langkah-langkah cara perhitungan KNN (K-Nearest Neighbor) berdasarkan Euclidean Distance adalah [10] :

- 1) Menentukan parameter K
- 2) Hitung jarak antara data yang akan dievaluasi dengan semua data pelatihan atau data sampel. Untuk menghitung jaraknya dengan menggunakan rumus Euclidean Distance.

$$d_{xy} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (6)$$

Keterangan:

D : jarak kedekatan

x : data *training*

y : data *testing*

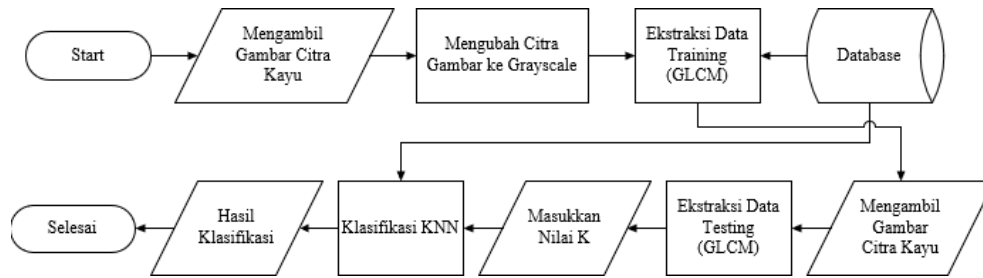
n : jumlah atribut individu

i : atribut individu antara 1 sampai dengan n

- 3) Urutkan jarak yang terbentuk (urut naik) dan tentukan jarak terdekat sampai urutan ke- K .
- 4) Pasangkan kategori atau kelas yang bersesuaian.
- 5) Cari jumlah terbanyak dari tetangga terdekat tersebut, dan tetapkan kategori tersebut sebagai kategori dari data yang dicari.

B. Desain Penelitian

Berikut adalah penjelasan mengenai *flowchart* dari sistem yang dibuat



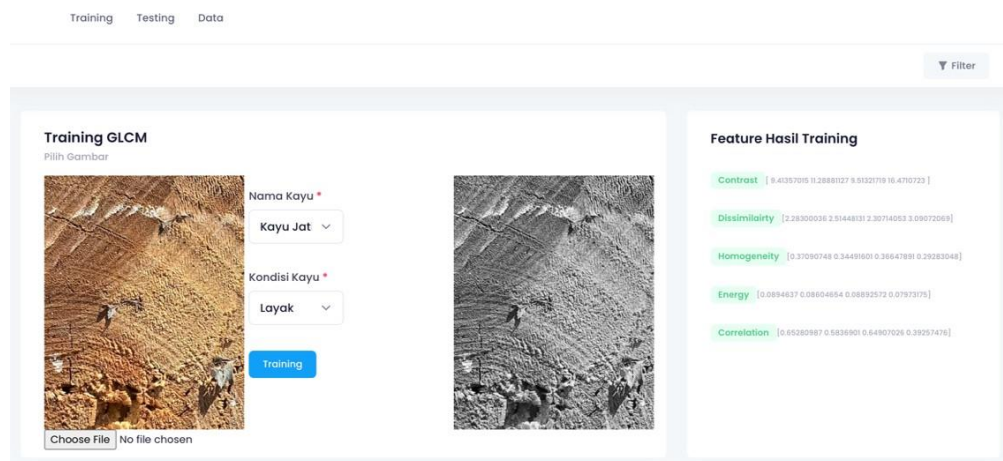
Gambar 2. Flowchart Sistem

Pada Gambar 2 merupakan flowchart sistem yang akan dibangun, dimulai dari mengambil gambar citra kayu di lokasi penelitian kemudian dilakukan ekstraksi ciri dengan metode GLCM selanjutnya hasil ekstraksi ciri dikelompokkan ke jenis kayu yang layak dengan tidak layak menggunakan metode KNN dengan memasukkan nilai *K* sebagai bagian pengelompokkan jenis kayu selanjutnya akan ditampilkan hasil klasifikasi KNN sesuai dengan nilai *K* yang diinputkan.

III. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Penelitian

Adapun hasil penelitian yang diperoleh setelah sistem di implementasikan dapat dilihat dari beberapa interface dibawah ini:



Gambar 3. Halaman Data Upload Data Training

Gambar 3 merupakan tampilan upload data traning, pada halaman ini admin mengupload gambar dan memilih jenis kayu setelah itu dilakukan proses pengolahan citra ke grayscale sehingga diperoleh fitur hasil training menggunakan metode GLCM.

Nama	Kondisi	Feature
kayu bingkarai	layak	2.00388858311996 0.9884299696092276 0.5967938053226369 0.18938666646663654 0.7894063752741817
kayu bingkarai	layak	2.7019940132462823 1.1707285455016854 0.5474019067265239 0.16419350483663858 0.7559837031524083
kayu bingkarai	layak	2.7982719285288816 1.176177795751036 0.5543793352362465 0.14952323735735196 0.831915490942028
kayu bingkarai	layak	1.7156388986340432 0.8922173307832465 0.6288000291579461 0.19200746688211406 0.8177276054001869
kayu bingkarai	layak	10.0567975581581713 2.414803662761921 0.3432301514887023 0.09933903619994741 0.5207133393903498
kayu bingkarai	layak	8.611378968253964 2.235029761904763 0.3612081471916001 0.0998613634138462 0.5906715338048412
kayu bingkarai	layak	8.456314072693385 2.2064199779717035 0.3666797849900026 0.10460579412950759 0.5825426973851598

Gambar 4. Halaman Tampilan Data Training

Gambar 4 merupakan merupakan tampilan data training, pada halaman ini menampilkan keseluruhan data *training* berupa data kayu yang telah diklasifikasikan ke dalam kelompok kayu layak dan tidak layak serta menampilkan hasil fitur ekstraksi data *training*.

Gambar 5. Halaman Upload Data Testing

Gambar 5 merupakan tampilan upload data *testing*, pada halaman ini admin mengupload gambarkayu yang akan diuji kelayakannya setelah itu dilakukan proses pengolahan citra ke *grayscale* kemudian sistem menampilkan hasil citra kayu beserta hasil fitur ekstraksi citra kayu.

Hasil Klasifikasi	
Nama	Kondisi
kayu jati	layak

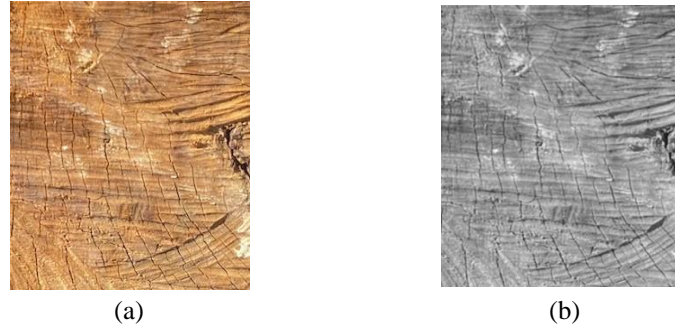
Gambar 6. Tampilan Hasil Klasifikasi Data Testing

Gambar 6 merupakan tampilan hasil klasifikasi data testing, pada halaman ini menampilkan hasil klasifikasi data testing yang sudah diuji yang menampilkan kayu tersebut layak atau tidak layak.

B. Pembahasan

1) Perhitungan Manual

Proses GLCM diawali dengan menyiapkan citra kayu jati berwarna yang selanjutnya akan dikonversi menjadi citra *grayscale* sebagaimana pada gambar



Gambar 7. (a) citra kayu jati, (b) citra grayscale

Matrix greyscale dari Gambar 12 adalah sebagai berikut:

115	146	127	124	153	134	118	138
133	191	212	147	155	175	159	129
122	166	140	153	110	135	95	141
100	127	112	200	188	175	159	77
197	127	159	186	180	155	146	120
168	172	148	170	145	122	171	181
178	168	204	145	183	146	185	120
176	197	196	161	125	148	172	170

Tabel 1. Ilustrasi Pengelompokan Derajat Keabuan

Level	Nilai
1	0-31
2	32-63
3	64-95
4	96-127
5	128-159
6	160-191
7	192-223
8	224-256

Tabel 1 mengelompokkan warna sesuai dengan jumlah warna pada setiap blok sehingga diperoleh matrix level keabuan sebagai berikut.

4	5	4	4	5	5	4	5
5	6	7	5	5	6	5	5
4	6	5	5	4	5	3	5
4	4	4	7	6	6	5	3
6	6	6	6	6	5	5	4
6	4	5	6	5	4	6	6
6	6	7	5	6	5	6	4
6	6	7	6	4	5	6	6

Langkah kedua adalah menciptakan *matrix Co-Occurrence* kemudian dilanjutkan menentukan hubungan spesial antara piksel referensi dan piksel tetangga berdasarkan jarak *d* dan sudut θ yaitu menggunakan sudut 0° yang kemudian dilakukan proses transpos sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3 & 4 & 4 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 2 & 4 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 4 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Ketika telah mendapatkan nilainya, selanjutnya di jumlahkan antara matrix hasil *Co- Occurance* dengan nilai transpos sehingga diperoleh *matrix* simetris yang akan dijadikan input dalam proses perhitungan fitur GLCM.

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 2 & 4 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 4 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya dilakukan proses perhitungan ekstraksi fitur sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 2. Fitur GLCM dengan sudut 0°

No	Citra	kondisi	Cont	Diss	Homog	Ener	Corr
1	Kayu jati	Layak	1.548	0.752	0.691	0.229	0.803
2	Kayu jati	Layak	4.528	1.506	0.4863	0.132	0.716
...
21	Kayu bingkarai	Layak	2.003	0.988	0.596	0.189	0.789
40	Kayu bingkarai	Layak	2.701	1.170	0.547	0.164	0.755
...
41	Kayu kamper	Layak	0.494	0.411	0.802	0.404	0.761
60	Kayu kamper	Layak	1.558	0.873	0.629	0.201	0.768
...
61	Kayu merbau	Layak	6.819	1.881	0.433	0.101	0.752
80	Kayu merbau	Layak	6.7027	1.848	0.441	0.102	0.766
...
81	Kayu mahoni	Tidak layak	0.804	0.523	0.764	0.275	0.920
100	Kayu mahoni	Tidak layak	0.627	0.485	0.770	0.305	0.870
...
101	Kayu trambesi	Tidak layak	1.559	0.854	0.637	0.204	0.836
120	Kayu trambesi	Tidak layak	1.752	0.920	0.616	0.207	0.784
...
181	?	?	3.809	1.421	0.492	0.141	0.725

Langkah selanjutnya dilakukan proses klasifikasi kayu menggunakan metode KNN dengan menggunakan jarak *Euclidean* berdasarkan hasil nilai ekstraksi fitur GLCM.

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

$$d(1,181) = \sqrt{(1.548 - 3.809)^2 + (0.752 - 1.421)^2 + (0.691 - 0.492)^2 + (0.229 - 0.141)^2 + (0.803 - 0.725)^2}$$

$$= 2,369200498$$

Tabel 3. Klasifikasi KNN

No	Jarak / Distance	label
1	0,537027932	Kayu jati
20	1,78335947	Kayu jati
...		
21	3,059096638	Kayu bingkarai
22	5,445665249	Kayu bingkarai
...		
41	6,594714171	Kayu kamper
60	1,399808201	Kayu kamper
...		
61	6,263058837	Kayu merbau
80	0,897324356	Kayu merbau
...		
81	0,858489371	Kayu mahoni
100	0,386597982	Kayu mahoni
...		
101	0,594065653	Kayu trambesi
120	2,868427095	Kayu trambesi

Berdasarkan Tabel 6 hasil perhitungan diperoleh bahwa penentuan kelas ditentukan dengan jarak terkecil. Dan jumlah tetangga terdekat berdasarkan perhitungan, jika digunakan $K = 1$ maka citra 181 terklasifikasi sebagai kayu jati karena memiliki jarak yang paling dekat dengan citra.

IV. Kesimpulan dan Saran

Penelitian yang dilakukan telah berhasil dibangun aplikasi sistem identifikasi jenis kayu yang layak sebagai bahan furniture yang menerapkan metode KNN dengan inputan citra kayu yang terdiri atas kayu jati, kayu merbau, kayu kamper, kayu trambesi, kayu mahoni, kayu bingkarai. Kemudian inputan selanjutnya adalah nilai K yang terdiri atas $K = 1, K = 7, K = 10, K = 12, K = 15$ dijadikan sebagai pengelompokan data mayoritas. Output pengambilan kesimpulan dalam hasil pengenalan citra kayu menampilkan hasil klasifikasi jenis kayu layak atau tidak layak. Berdasarkan hasil pengujian dengan jumlah data training 180 dan data testing sebanyak 45 citra, didapatkan akurasi persentase tertinggi dengan tingkat akurasi sebesar 91% yang berada pada nilai $K=1$.

Adapun saran yang bisa dimasukkan dalam penelitian ini yaitu sistem identifikasi jenis kayu ini hendaknya dapat menggunakan metode yang lain seperti metode *naïve bayes* agar dapat dilihat perbandingan dari hasil prediksinya atau menggunakan metode *Local Binary Pattern* sebagai metode ekstraksi ciri dalam pengolahan citra. Mengembangkan aplikasi ini ke berbasis *mobile* sehingga lebih mudah diakses.

Daftar Pustaka

- [1] R. A. Pramunendar, D. P. Prabowo, D. Pergiwati, and K. Latifa, "Klasifikasi Jenis Kayu Menggunakan Back-Propagation Neural Network Berdasarkan Fitur Gray Level Co- Occurrence Matrix," *Sci. Eng. Natl. Semin. 3 (SENS 3)*, vol. 3, no. Sens 3, pp. 49–55, 2017.
- [2] D. K. Seftianingsih, "Pengenalan Berbagai Jenis Kayu Solid Dan Konstruksinya Untuk Furniture Kayu," *J. Kemadha*, vol. Vol. 7, no. 1, 2018.
- [3] N. Purwaningsih, I. Soesanti, and H. A. Nugroho, "Ekstraksi Ciri Tekstur Citra Kulit Sapi Berbasis Co-Occurrence Matrix," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed.*, pp. 6–8, 2015.
- [4] E. F. Wahyu Widodo, "Identifikasi Jenis Kayu Berdasarkan Citra Digital Menggunakan Algoritma Eigenimage Dan Principal," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 2–3, pp. 27–38, 2014.
- [5] N. Ahmad and A. Alhamad, "Penerapan Metode Glcm (Gray Level Co- Occurrence Matrix) Untuk Reduksi Ciri Pada Pengenalan Ekspresi Wajah," vol. 3, no. 2, pp. 61–64, 2019.
- [6] F. Liantoni, "Klasifikasi Daun Dengan Perbaikan Fitur Citra Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *J. Ultim.*, vol. 7, no. 2, pp. 98–104, 2016, doi: 10.31937/ti.v7i2.356.
- [7] A. Muhammad, Y. Riza, A. Kunto, and A. Wibisono, "Alat Identifikasi Jenis Kayu Berbasis Image Processing Dengan Metode K-Nearest Neighbor." pp. 255–260, 2020.
- [8] lipeng Fei Yangqiao Wen, Chensi, "GlcM, fcm dan aplikasinya," *Biomass Chem Eng*, vol. 49, no. 23–6, 2015.
- [9] A. A. Kasim and A. Harjoko, "Klasifikasi Citra Batik Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Berdasarkan Gray Level Co- Occurrence Matrices (GLCM)," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf. Yogyakarta, 21 Juni 2014*, pp. 7–13, 2014.
- [10] D. K. Ilmiah, P. T. Informatika, S. Systems, and P. S. I. Udinus, "Implementasi Ekstraksi Fitur Tekstur Gray Level Co-Occurrence Matrices (GLCM) untuk Pengelompokan Citra Tenun menggunakan Algoritma K-Mean Implementasi Ekstrakulikuler," no. 5, pp. 0–1, 2016.
- [11] N. Hermaduanti and S. Kusumadewi, "Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Sms untuk Menentukan Status Gizi dengan Metode K- Nearest Neighbor," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf. ISSN 1907-5022*, vol. 2008, no. Snati, pp. 49–56, 2008.