

Pengembangan Sistem Rekomendasi Berpakaian Menggunakan *Local Binary Pattern (LBP)* dan *K-Nearest Neighbor (K-NN)*

M. Najamuddin Dwi Miharja^{1*}, Helmi Ahmad Fauzi Candra², Nanang Tedi³
^{1,2,3}Fakultas Teknik, Teknik Informatika, Universitas Pelita Bangsa, Bekasi, Indonesia
E-mail: ^{1*}najamuddin.dwi@pelitabangsa.ac.id, ²helmiafc@mhs.pelitabangsa.ac.id,
³nanang@pelitabangsa.ac.id
(*: corresponding author)

Abstrak

Masa studi mahasiswa diatur oleh kode etik yang mencakup perilaku, tutur kata, tindakan, penampilan, dan tata cara berpakaian. Di Universitas Pelita Bangsa, banyak mahasiswa mengikuti tren busana yang kerap tidak sejalan dengan aturan berpakaian formal seperti memakai kemeja berkerah. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi citra untuk mengidentifikasi apakah mahasiswa menggunakan pakaian formal atau tidak. Metode yang digunakan adalah *Local Binary Pattern (LBP)* untuk ekstraksi ciri dan *K-Nearest Neighbor (K-NN)* untuk klasifikasi. Penelitian ini menguji 130 citra, terdiri dari 70 kaos dan 60 kemeja. Parameter terbaik diperoleh pada $R=1$ dan $P=8$ untuk LBP serta $K=1$ dengan jarak Euclidean untuk K-NN, dengan rata-rata akurasi sebesar 95,16%. Sistem yang dikembangkan mampu mengklasifikasikan citra kaos dan kemeja secara akurat, dengan tingkat presisi yang tinggi dan efisiensi yang baik dalam proses klasifikasi berbasis citra. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan metode *Local Binary Pattern (LBP)* dan *K-Nearest Neighbor (K-NN)* merupakan kombinasi yang efektif dalam mendeteksi kepatuhan terhadap aturan berpakaian mahasiswa

kata kunci: kode etik mahasiswa, *Local Binary Pattern (LBP)*, *K-Nearest Neighbor (K-NN)*, deteksi pakaian formal, klasifikasi citra

Abstract

The student code of ethics governs behavior, speech, actions, appearance, and dress during their academic journey. At Pelita Bangsa University, many students tend to follow evolving fashion trends, which often conflict with the faculty's dress code that emphasizes wearing formal, collared clothing. This research addresses the issue by developing an image-based detection system to identify whether students wear formal or informal attire. The study utilizes the Local Binary Pattern (LBP) method for feature extraction and the K-Nearest Neighbor (K-NN) method for classification. A total of 130 images were tested, consisting of 70 t-shirts and 60 shirts. The best accuracy was achieved using parameters $R=1$ and $P=8$ for LBP and $K=1$ with Euclidean distance for K-NN, resulting in an average accuracy of 95.16%. The developed system is capable of accurately classifying images of t-shirts and shirts, demonstrating high precision and efficiency in image-based classification. These findings indicate that the application of the Local Binary Pattern (LBP) and K-Nearest Neighbor (K-NN) methods is an effective combination for detecting compliance with student dress code regulations.

keywords: student dress code, *Local Binary Pattern (LBP)*, *K-Nearest Neighbor (K-NN)*, formal clothing detection, image classification

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah mendorong transformasi besar dalam berbagai sektor, termasuk dunia pendidikan. Penerapan teknologi berbasis kecerdasan buatan seperti computer vision dan machine learning telah menjangkau berbagai bidang, mulai dari keamanan, kesehatan, hingga sistem monitoring perilaku manusia. Salah satu implementasi yang kini mulai dikembangkan adalah sistem pendeteksi kepatuhan terhadap peraturan institusi, termasuk peraturan berpakaian di lingkungan kampus.

Sistem deteksi *dress code* menjadi kebutuhan penting di berbagai institusi pendidikan guna menjamin kepatuhan terhadap aturan berpakaian formal mahasiswa sebagai bagian dari penerapan *code of ethics* di lingkungan akademik dan peluang ini menjadi terbuka seiring dengan perkembangan teknologi *deep learning* dan *machine learning* [1].

Sebagai catatan, beberapa metode modern seperti *Convolutional Neural Networks (CNN)* dan *MobileNetV2* telah banyak digunakan dalam penelitian terkait deteksi pakaian [2]. Namun,

penelitian ini tidak membahas metode tersebut secara mendalam karena fokus utama adalah pada implementasi metode *Local Binary Pattern* (LBP) dan *K-Nearest Neighbor* (K-NN) yang lebih sederhana dan sesuai dengan kebutuhan lingkungan Program Studi Teknik Informatika Universitas Pelita Bangsa.

Metode LBP berfokus pada ekstraksi fitur tekstur yang efektif dalam mendeteksi pola lokal pada citra pakaian, sedangkan K-NN adalah algoritma klasifikasi yang sederhana namun andal dalam mengelompokkan data berdasarkan kedekatan fitur [3]. Berbagai studi telah mengaplikasikan kombinasi metode ini dengan hasil yang menjanjikan, misalnya pada identifikasi motif batik Papua yang mencapai akurasi tinggi menggunakan LBP dan K-NN [4], klasifikasi varietas pir dengan ekstraksi fitur bentuk, warna, dan tekstur [5], serta klasifikasi kain tenun berbasis tekstur dan warna [6].

Metode LBP dan K-NN tidak hanya efektif dalam klasifikasi pakaian, tetapi juga telah diterapkan dalam identifikasi lubang jalan aspal [7], klasifikasi citra batik [8] [10], dan pengenalan wajah [9]. Pengembangan algoritma seperti MU2ECS-LBP meningkatkan akurasi klasifikasi hingga 99,91% [10], sementara varian LBP seperti ELBP juga terbukti meningkatkan kualitas ekstraksi fitur pada sistem biometrik multimodal [13]. Keunggulan utama metode ini terletak pada kesederhanaannya serta kemampuannya beradaptasi terhadap variasi tekstur dan pencahayaan, sehingga cocok untuk lingkungan dengan keterbatasan komputasi [11] [12].

Perkembangan teknologi dalam bidang pengolahan citra dan machine learning telah membuka peluang baru untuk berbagai aplikasi, termasuk dalam bidang pendidikan. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Local Binary Pattern* (LBP) dan *K-Nearest Neighbor* (KNN). LBP merupakan teknik ekstraksi fitur yang efektif untuk mengidentifikasi tekstur suatu citra, sementara KNN adalah algoritma klasifikasi yang sederhana namun kuat untuk pengenalan pola [14]. Kombinasi kedua metode ini telah terbukti memberikan hasil yang menjanjikan dalam berbagai penelitian, seperti deteksi penyakit pada tanaman tomat dengan akurasi tertentu [14]. Selain itu, penggunaan teknologi berbasis sensor dan wireless network juga menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi sistem monitoring, seperti yang dijelaskan dalam penelitian tentang jaringan sensor kelembaban tanah berbasis LoRaWAN [15].

Dalam konteks pendidikan, penerapan teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan sistem administrasi dan pembelajaran, salah satunya adalah sistem berpakaian di Program Studi Teknik Informatika Universitas Pelita Bangsa. Sistem ini dapat membantu dalam mengidentifikasi dan memverifikasi pakaian yang dikenakan oleh mahasiswa sesuai dengan aturan yang berlaku. Dengan memanfaatkan LBP untuk ekstraksi ciri tekstur pakaian dan KNN untuk klasifikasi, diharapkan sistem ini dapat bekerja secara otomatis dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode *Local Binary Pattern* (LBP) dan *K-Nearest Neighbor* (K-NN) dalam sistem klasifikasi citra guna membedakan antara kaos dan kemeja secara otomatis. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan sistem pendeteksi kepatuhan terhadap aturan berpakaian mahasiswa yang efisien, andal, serta dapat diterapkan di lingkungan akademik dengan keterbatasan sumber daya komputasi, sekaligus memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi berbasis pengolahan citra di lingkungan akademik.

Penerapan sistem ini diharapkan tidak hanya meningkatkan kedisiplinan dalam berpakaian, tetapi juga menjadi model awal pemanfaatan computer vision dalam mendukung tata kelola kampus berbasis teknologi. Dengan akurasi tinggi dan keandalan sistem, pendekatan ini menunjukkan potensi besar dalam mendorong terciptanya lingkungan akademik yang profesional, tertib, dan berbasis teknologi.

2. METODE PENELITIAN

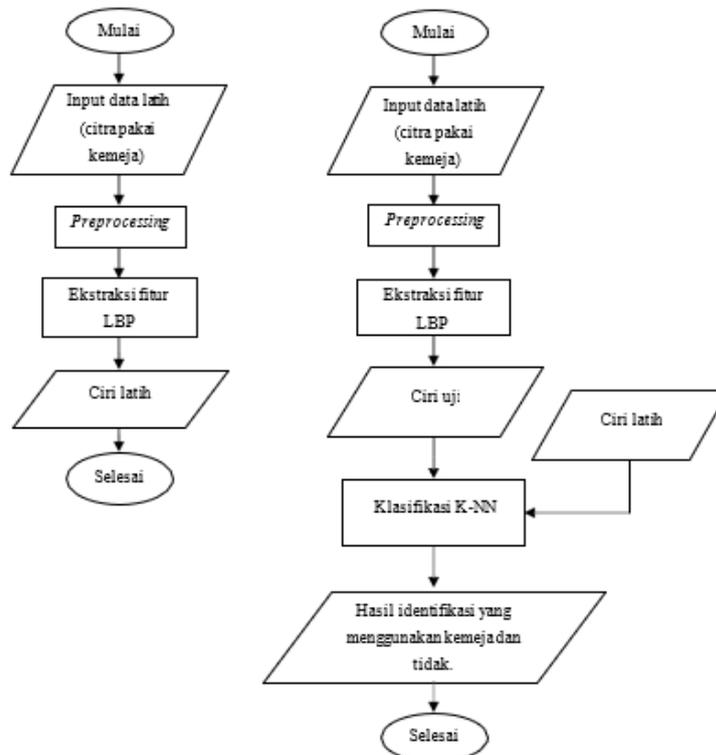
Pada penelitian ini, perangkat lunak yang digunakan sebagai instrumen utama adalah MATLAB R2020a, yang dimanfaatkan untuk merancang, merealisasikan, dan menguji sistem deteksi pakaian secara menyeluruh. Seluruh proses implementasi algoritma, mulai dari tahap *pre-processing*, ekstraksi ciri, hingga klasifikasi citra, dilakukan dalam lingkungan MATLAB karena kemampuannya yang kuat dalam pengolahan citra digital dan dukungan terhadap berbagai

metode statistik maupun teknik visualisasi data.

Data citra dalam penelitian ini diperoleh secara *online*, yaitu dengan melakukan pengambilan gambar dari hasil pencarian Google menggunakan kata kunci “kemeja pria”. Data yang digunakan berupa citra digital yang bersifat kontinu namun didiskritkan berdasarkan koordinat ruang (*spatial coordinates*) dan intensitas cahaya (*grayscale intensity*). Citra-citra ini terdiri dari susunan piksel yang masing-masing mengandung informasi intensitas, dan secara keseluruhan direpresentasikan dalam bentuk *matriks dua dimensi* berukuran $M \times N$, di mana M adalah jumlah baris dan N adalah jumlah kolom citra.

Fokus utama penelitian ini adalah merancang suatu sistem yang mampu mendeteksi penggunaan kemeja pada citra input secara *non-realtime*. Artinya, proses deteksi dilakukan terhadap citra yang telah tersedia sebelumnya (*offline*), bukan melalui input langsung dari kamera secara langsung. Penelitian ini mencakup tiga tahap utama, yaitu:

- a. **Pre-processing**: Tahap awal di mana citra disiapkan untuk proses selanjutnya, seperti pengubahan ukuran, konversi ke grayscale, dan normalisasi intensitas.
- b. **Ekstraksi ciri**: Pada tahap ini dilakukan pengambilan fitur tekstur citra menggunakan metode *Local Binary Pattern (LBP)*, yang terbukti efektif dalam mengenali pola lokal pada gambar.
- c. **Klasifikasi**: Setelah fitur diperoleh, proses klasifikasi dilakukan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor (K-NN)* untuk menentukan apakah citra termasuk kategori kaos atau kemeja berdasarkan kemiripan fitur.



Gambar 1. Diagram Alir Deteksi Kemeja Latih (Kiri) dan Uji (Kanan)

Alur proses deteksi pakaian, baik untuk data latih maupun data uji, divisualisasikan dalam Gambar 2, yang menampilkan diagram alir sistem deteksi kemeja. Diagram tersebut menunjukkan secara jelas perbedaan proses antara data latih (kiri) dan data uji (kanan), mulai dari tahap input citra, *pre-processing*, ekstraksi ciri, hingga proses klasifikasi dan output hasil deteksi.

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan dengan melatih sistem menggunakan data latih terlebih dahulu. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi sejauh mana sistem mampu mengenali pola ciri dari masing-masing jenis pakaian, sekaligus mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan performa sistem. Evaluasi performa dilakukan dengan menggunakan dua parameter utama, yaitu

tingkat akurasi sistem (persentase keberhasilan klasifikasi) dan **waktu komputasi** (durasi yang dibutuhkan sistem untuk memproses dan mengklasifikasikan citra). Akurasi merupakan ukuran ketepatan sistem dalam mengenali masukan yang diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut (1):

$$\text{akurasi sistem} = \frac{\text{jumlah data benar}}{\text{jumlah data keseluruhan}} \times 100 \% \quad (1)$$

$$\text{Waktu komputasi} = \text{Waktu selesai} - \text{Waktu mulai} \quad (2)$$

Waktu komputasi adalah waktu yang dibutuhkan sistem untuk melakukan suatu proses. Pada sistem ini, waktu komputasi dihitung dengan menggunakan *toolbox* yang ada pada Matlab, sehingga akan didapatkan waktu komputasi sistem (2).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap 130 citra yang terdiri dari gambar pakaian kaos dan kemeja, dilakukan evaluasi menggunakan metode ekstraksi ciri *Local Binary Pattern (LBP)* dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor (K-NN)* dengan berbagai kombinasi parameter. Dari keseluruhan pengujian, diperoleh kombinasi parameter terbaik yaitu dengan *radius (r) = 1*, jumlah titik sampel $P = 8$, jumlah tetangga terdekat $k = 1$, serta menggunakan metode pengukuran jarak *Euclidean Distance*. Kombinasi tersebut menghasilkan akurasi rata-rata tertinggi sebesar *95,16 %*. Hasil ini menunjukkan bahwa konfigurasi parameter tersebut paling optimal dalam membedakan jenis pakaian berdasarkan pola teksturnya.

Tingginya akurasi yang diperoleh dalam sistem klasifikasi citra ini dipengaruhi oleh berbagai faktor pendukung yang berkontribusi langsung terhadap kinerja model. Jumlah citra yang banyak dan bervariasi, baik pada tahap pelatihan maupun pengujian, memungkinkan sistem untuk mempelajari beragam pola dan tekstur secara lebih menyeluruh. Keanekaragaman jenis pakaian dalam dataset, seperti variasi bentuk dan model kaos serta kemeja, juga memperkuat kemampuan generalisasi model. Selain itu, kualitas citra yang tinggi, dengan resolusi yang memadai dan ketajaman visual yang baik, sangat mendukung akurasi proses ekstraksi fitur. Pengambilan citra yang dilakukan secara optimal, dengan pencahayaan yang cukup, sudut pandang yang konsisten, serta posisi objek yang seragam, turut menciptakan dataset yang ideal untuk proses klasifikasi. Karakteristik visual kaos dan kemeja yang cenderung sederhana juga menjadi faktor yang mempermudah sistem dalam membedakan antar kelas. Lebih lanjut, keberhasilan sistem tidak lepas dari pemilihan data latih yang representatif serta metode ekstraksi dan klasifikasi yang sesuai, di mana LBP efektif dalam menangkap pola tekstur dan K-NN mampu mengelompokkan berdasarkan kemiripan fitur. Pemilihan parameter yang tepat dalam proses ekstraksi, seperti *radius (r)*, jumlah titik (P), dan tetangga terdekat (k), juga turut meningkatkan relevansi fitur terhadap objek yang dikenali.

Namun demikian, meskipun menunjukkan performa tinggi dalam kondisi yang terkontrol, sistem ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Model berpotensi sensitif terhadap variasi warna pakaian, latar belakang yang kompleks, atau pose tubuh yang tidak konsisten. Ketidakteraturan dalam proporsi citra, seperti rasio aspek yang berbeda, sudut pengambilan yang ekstrem, atau kualitas citra yang buruk, dapat mengganggu proses ekstraksi fitur dan menurunkan akurasi klasifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memerlukan pengujian lebih lanjut dalam kondisi dunia nyata yang lebih dinamis dan tidak terstandarisasi untuk memastikan ketahanannya terhadap berbagai skenario penggunaan.

Pada tahap pengujian, digunakan 70 citra pakaian kaos yang terdiri dari 35 data latih dan 35 data uji, serta 60 citra pakaian kemeja yang terdiri dari 30 data latih dan 30 data uji. Hasil pengujian terhadap seluruh 130 citra menunjukkan bahwa kombinasi parameter terbaik tersebut memberikan performa yang tinggi. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, akurasi tertinggi dicapai pada citra kemeja sebesar *96,6 %*, sedangkan citra kaos memiliki akurasi terendah sebesar *93,7 %*. Rata-rata akurasi keseluruhan dari 75 citra uji mencapai *95,21 %*, yang menegaskan

efektivitas sistem dalam mengklasifikasikan jenis pakaian secara otomatis dan akurat.

Tabel 1. Perbandingan Algoritma A dan Algoritma B

Jenis Citra	Jumlah				Rata-Rata Akurasi (%)
	Data Latih	Data Uji	Benar	Salah	
Kaos	35	35	33	2	93,7
Kemeja	30	30	29	1	96,6
Total	65	65	62	3	95,2

Untuk menguji akurasi sistem dalam mendeteksi jenis pakaian, dilakukan serangkaian pengujian terhadap sejumlah citra yang merepresentasikan dua kategori utama pakaian yang umum dikenakan oleh mahasiswa, yaitu kaos dan kemeja. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan sistem dalam mengenali dan membedakan antara kedua jenis pakaian tersebut secara otomatis, berdasarkan fitur visual yang diekstraksi dari citra masukan.

Setiap citra yang diuji dianalisis dengan cara membandingkan jenis citra aslinya, yakni jenis pakaian yang sebenarnya dikenakan oleh individu dalam gambar (sebagai data referensi), dengan hasil prediksi yang dihasilkan oleh sistem. Dengan demikian, dapat diketahui apakah sistem mampu memberikan klasifikasi yang benar dan sesuai dengan kenyataan, atau justru menghasilkan prediksi yang keliru.

Pada Tabel 2, disajikan sejumlah contoh citra yang menunjukkan individu yang mengenakan pakaian jenis kaos. Masing-masing citra disertai dengan jenis citra asli dan hasil prediksi dari sistem. Sedangkan Tabel 3 menampilkan citra-citra yang menunjukkan individu yang menggunakan kemeja, lengkap dengan hasil klasifikasi oleh sistem.

Tabel 2. Contoh Citra yang Menggunakan Kaos dan Hasil

No	Citra Asli	Jenis Citra	Prediksi
1		Menggunakan Kaos	Benar
2		Menggunakan Kaos	Benar
3		Menggunakan Kaos	Salah
4		Menggunakan Kaos	Benar

5		Menggunakan Kaos	Salah
---	---	------------------	-------

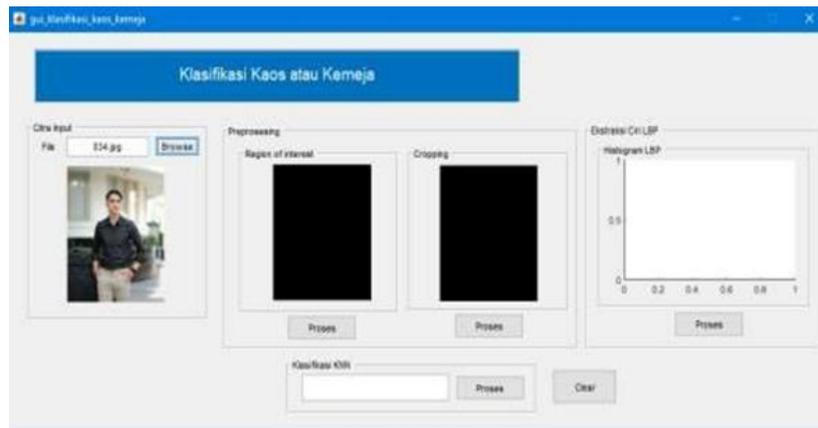
Tabel 3. Contoh Citra yang Menggunakan Kemeja dan Hasil

No	Citra Asli	Jenis Citra	Prediksi
1		Menggunakan kemeja	Benar
2		Menggunakan kemeja	Salah
3		Menggunakan kemeja	Benar
4		Menggunakan kemeja	Benar
5		Menggunakan kemeja	Benar

Pada tampilan awal Guide di jalankan terdapat beberapa alur proses yaitu pemilihan citra, proses (*region of interest*), proses (*cropping*), proses ekstraksi ciri LBP dan proses klasifikasi KNN.

a. Tampilan Pemilihan Citra

Untuk memilih citra mana yang akan dilakukan proses klasifikasi pada sistem yang berjalan. Dengan memilih file yang terklasifikasi sebagai data uji.



Gambar 2. Desain *Guide* Input Citra

b. Proses *Region of Interest*

Merupakan penentuan titik focus untuk proses klasifikasi LBP yang akan menjadi pusat perhatian. Dalam tahap pra-proses citra, penentuan *Region of Interest* (ROI) merupakan langkah penting yang bertujuan untuk membatasi area analisis hanya pada bagian citra yang relevan dengan tujuan penelitian. MATLAB menyediakan fungsi interaktif seperti *imcrop*, *roipoly*, atau *drawrectangle* yang memungkinkan pengguna untuk secara manual atau otomatis memilih area spesifik dari sebuah citra. Dalam implementasi ini, pengguna memilih ROI dengan cara interaktif menggunakan fungsi *imcrop*, yang memungkinkan seleksi area persegi panjang langsung pada tampilan citra. Proses ini dilakukan untuk menyorot bagian objek utama (misalnya pakaian) dan menghilangkan informasi latar belakang yang tidak diperlukan. Dengan demikian, sistem dapat lebih fokus dalam mengekstraksi fitur dari area penting, serta mengurangi gangguan dari elemen visual lain yang tidak relevan.

Proses pemilihan ROI juga berperan dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem klasifikasi, karena area yang dianalisis lebih terfokus dan bersih. Setelah ROI ditentukan, bagian citra yang terpilih kemudian digunakan sebagai masukan untuk tahap ekstraksi ciri menggunakan metode *Local Binary Pattern* (LBP), sebelum akhirnya diproses lebih lanjut oleh algoritma klasifikasi.

c. Proses *Cropping*

Setelah mendapatkan titik *Region of Interest*, kemudian bagian atau titik *Region of Interest* tersebut di *cropping*. Untuk mempermudah proses ekstraksi.



Gambar 3. Desain *Guide* Proses *Cropping*

Pada gambar 3 di atas ditampilkan contoh implementasi proses *cropping* di mana sistem memotong bagian citra yang mengandung objek Utama dalam hal ini pakaian dan mengabaikan latar belakang atau elemen non-informatif lainnya.

Dengan melakukan *cropping*, sistem memperoleh citra yang lebih bersih dan terfokus, sehingga mempermudah proses ekstraksi fitur menggunakan metode *Local Binary Pattern (LBP)*. Hasil *cropping* ini menjadi masukan yang lebih optimal untuk tahap klasifikasi, karena informasi yang diproses benar-benar mencerminkan karakteristik visual dari objek yang dianalisis. Proses ini juga berkontribusi dalam meningkatkan akurasi klasifikasi, mengurangi noise, serta menghemat sumber daya komputasi.

d. Ekstraksi ciri LBP

Pada proses ini bertujuan mengetahui ciri dari LBP dalam bentuk diagram histogram.



Gambar 4. Desain *Guide* Ekstraksi ciri LBP

e. Klasifikasi KNN

Setelah semua proses terpenuhi, dengan klasifikasi KNN. Maka dapat mengetahui citra tersebut terklasifikasi sebagai kaos atau kemeja.



Gambar 5. Desain *Guide* Klasifikasi KNN

Pada gambar 5 ditampilkan hasil implementasi proses klasifikasi, di mana sistem menganalisis fitur dari citra input dan membandingkannya dengan fitur-fitur citra dalam data latih yang telah dikelompokkan ke dalam dua kelas utama: kaos dan kemeja. Metode K-NN bekerja dengan mengukur kedekatan atau kemiripan antara fitur citra input dan data latih menggunakan metrik jarak, seperti *Euclidean Distance*. Citra input akan diklasifikasikan ke dalam kelas mayoritas dari sejumlah tetangga terdekatnya (nilai k), berdasarkan kemiripan pola tekstur yang telah diekstraksi sebelumnya. Hasil pada Gambar 5 menunjukkan bahwa sistem berhasil mengklasifikasikan citra ke dalam salah satu kategori dengan akurasi yang tinggi, sesuai dengan distribusi label pada data pelatihan. Proses ini menegaskan bahwa kombinasi LBP dan K-NN merupakan pendekatan yang efektif dalam tugas klasifikasi citra berbasis tekstur, khususnya dalam membedakan jenis pakaian seperti kaos dan kemeja.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan terhadap sistem identifikasi citra pakaian kaos dan kemeja menggunakan metode *Local Binary Pattern (LBP)* untuk ekstraksi ciri dan *K-Nearest Neighbor (K-NN)* untuk klasifikasi, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan telah mampu mengenali dan membedakan jenis pakaian kaos dan kemeja secara cukup akurat. Sistem ini menunjukkan performa yang tinggi dalam mengidentifikasi citra masukan, yang ditunjukkan melalui hasil evaluasi akurasi dan efektivitas klasifikasi berdasarkan metrik yang telah ditentukan. Hal ini mencerminkan kemampuan sistem dalam melakukan klasifikasi dengan tingkat presisi yang andal sesuai dengan tujuan penelitian.

Keberhasilan sistem ini ditunjukkan melalui tingkat akurasi yang tinggi pada pengujian terhadap 130 citra, dengan kombinasi parameter terbaik yang diperoleh pada nilai $r = 1$, $P = 8$, $k = 1$, serta menggunakan metode pengukuran jarak *Euclidean Distance*. Konfigurasi parameter ini terbukti optimal dalam menghasilkan fitur-fitur representatif dari masing-masing jenis pakaian. Pada pengujian citra kaos (35 citra uji), sistem mencapai akurasi sebesar 93,75%, dengan tingkat kesalahan (*error rate*) sebesar 6,25% atau 2 citra yang salah klasifikasi, dan rata-rata waktu komputasi sebesar 15,73 detik. Sementara itu, pada pengujian citra kemeja (30 citra uji), sistem berhasil mencapai akurasi yang lebih tinggi yaitu 96,66%, dengan hanya 1 citra yang salah klasifikasi (*error* 3,34%) dan rata-rata waktu komputasi sebesar 13,28 detik.

Tingginya akurasi ini tidak terlepas dari beberapa faktor penentu keberhasilan sistem, antara lain: jumlah citra yang cukup banyak untuk proses pelatihan dan pengujian, keberagaman jenis citra yang mencerminkan variasi nyata dari kaos dan kemeja, kualitas citra yang baik dan konsisten, serta teknik pengambilan citra yang optimal meliputi pencahayaan, resolusi, posisi, dan jarak kamera. Selain itu, sistem juga diuntungkan oleh kesederhanaan pola visual antara kedua jenis pakaian yang memudahkan proses klasifikasi. Pemilihan data latih yang representatif dan penggunaan parameter ekstraksi yang tepat semakin memperkuat kinerja sistem.

Secara keseluruhan, sistem yang dirancang telah terbukti mampu mendeteksi dan mengidentifikasi jenis pakaian dengan efektif dan efisien. Hal ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam penerapan sistem pengenalan pakaian otomatis, misalnya dalam bidang pendidikan, keamanan, atau aplikasi berbasis *computer vision* lainnya yang membutuhkan klasifikasi visual objek berbasis citra.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. K. Durgam and R. K. Jatoth, "Real-Time Dress Code Detection using MobileNetV2 Transfer Learning on NVIDIA Jetson Nano," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 10–17, 2023, doi: 10.1145/3638985.3638987.
- [2] B. A. Kumar and M. Bansal, "Face Mask Detection on Photo and Real-Time Video Images Using Caffe-MobileNetV2 Transfer Learning," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 2, 2023, doi: 10.3390/app13020935.
- [3] Y. Shah, *et al.*, "Smart Wardrobe: A Comprehensive Approach to Personalized Clothing Recommendation with The Use of Nearest Neighbor Model," pp. 6898–6907, 2024.
- [4] D. D. Ariani, S. Zuhriyah, E. Y. Puspaningrum, and M. Pallawabonang, "Identification of Papua Cenderawasih Batik Motifs using Local Binary Pattern and K-Nearest Neighbor," *Sistemasi*, vol. 14, no. 2, pp. 623-633, 2025, doi: 10.32520/stmsi.v14i2.5008.
- [5] R. N. Putri, D. Kiswanto, and K. S. A. Sitepu, "Classification of Pear Varieties Using the K-Nearest Neighbor Algorithm and Extraction of Shape, Color, Texture, and Size Features," *Golden Ratio Data Summ.*, vol. 5, no. 1, pp. 01–07, 2025, doi: 10.52970/grdis.v5i1.910.
- [6] K. Kevin, J. Hendryli, and D. E. Herwindiati, "Klasifikasi Kain Tenun Berdasarkan Tekstur & Warna Dengan Metode K-Nn," *Comput. J. Comput. Sci. Inf. Syst.*, vol. 3, no. 2, pp. 85-95, 2019, doi: 10.24912/computatio.v3i2.6028.
- [7] P. P. Arhandi, M. Mentari, and F. Romadhon, "Kombinasi Metode Logical Binary Pattern dan K-Nearest Neighbor untuk Identifikasi Lubang pada Jalan Aspal," *J. Nas. Pendidik.*

- Tek. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 11-23, 2021, doi: 10.23887/janapati.v10i1.30999.
- [8] N. S. Fatimah and S. Agustin, "Klasifikasi Citra Batik Menggunakan Local Binary Pattern (LBP) dan Support Vector Machine (SVM)," *J. Algoritm.*, vol. 22, no. 1, pp. 185–196, 2025, doi: 10.33364/algoritma/v.22-1.2208.
- [9] R. M. Rachman, M. M. N. S. Adi, and A. Ardiansyah, "Implementasi Local Binary Pattern Histogram Dalam Multiple Face Recognition," *Prosiding STAINS: Seminar Nasional & Sains*, vol. 3, pp. 245–250, 2024, doi: <https://doi.org/10.29407/stains.v3i1.4297>.
- [10] A. H. Rangkuti, A. Harjoko, and A. Putra, "A Novel Reliable Approach for Image Batik Classification That Invariant with Scale and Rotation Using MU2ECS-LBP Algorithm," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 179, no. 2019, pp. 863–870, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.01.075.
- [11] C. Vararu, C. Simionescu, and A. Iftene, "Integrated Approach for Clothing Detection and Comparison using Structural Shape Detection and Texture Analysis," *Procedia Computer Scient*, vol. 225, pp. 2546–2555, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2023.10.246.
- [12] J. Banjarnahor, *et al.*, "K-Nearest Neighbor (Knn) Analysis for Clothing Sales Classification Based on Materials Used," *Jurnal Sistem Informasi dan Ilmu Komputer Prima (JUSIKOM PRIMA)*, vol. 7, no. 1, pp. 42–49, 2023, doi: 10.34012/jurnalsisteminformasidanilmukomputer.v7i1.3903.
- [13] B. Sree Vidya and E. Chandra, "Entropy based Local Binary Pattern (ELBP) feature extraction technique of multimodal biometrics as defence mechanism for cloud storage," *Alexandria Eng. J.*, vol. 58, no. 1, pp. 103–114, 2019, doi: 10.1016/j.aej.2018.12.008.
- [14] F. Regan, "Sensor Network Analyzer," *Connect*, vol. D, 2022.
- [15] A. Raka Atmaja, "Penerapan Local Binary Pattern (LBP) dan K-Nearest Neighbors (Knn) Untuk Mendeteksi Penyakit Buah Tomat," *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 4307, no. 3, pp. 1028–1037, 2024, doi: <https://doi.org/10.54314/jssr.v7i3.2104>.