

Analisis Performa Metode Gaussian Naïve Bayes untuk Klasifikasi Citra Wayang Golek Tradisional Banyuwangi

Lugas Fernanda Wirayudha^{1*}, Basuki Rahmat², Henni Endah Wahanani³

^{1,2,3} Informatika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

²basukirahmat.if@upnjatim.ac.id

³henniendah@upnjatim.ac.id

*Corresponding author email: 20081010144@student.upnjatim.ac.id

Abstrak – Wayang golek merupakan salah satu warisan budaya Indonesia yang memiliki nilai estetika dan filosofi tinggi. Setiap daerah memiliki karakteristik visual yang berbeda, termasuk pada wayang golek tradisional Banyuwangi yang dikenal dengan warna, bentuk, dan corak khasnya. Dalam era digitalisasi budaya, pengenalan citra wayang golek secara otomatis menjadi penting untuk keperluan dokumentasi dan pelestarian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa metode Gaussian Naïve Bayes (GNB) dalam mengklasifikasikan citra wayang golek tradisional Banyuwangi. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan dataset citra, ekstraksi fitur bentuk dan warna menggunakan Moment Invariant, serta pengujian performa klasifikasi dengan metrik akurasi, presisi, recall, dan F-measure. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode GNB mampu mencapai tingkat akurasi sebesar 86,7%, presisi 84,5%, recall 82,1%, dan F-measure 83,3%, yang menandakan bahwa metode ini cukup efektif dalam mengenali citra wayang golek berdasarkan fitur visualnya.

Kata Kunci : Gaussian Naïve Bayes, Wayang Golek Banyuwangi, Klasifikasi Citra, Moment Invariant, Data Mining.

I. PENDAHULUAN

Wayang golek khas Banyuwangi bukan sekadar boneka kayu biasa, melainkan mahakarya seni yang memadukan keterampilan memahat, seni pewarnaan, dan dramatisasi pertunjukan. Setiap wayang dibuat dengan cermat untuk menampilkan watak tokoh yang diwakilinya. Ciri-ciri visual wayang ini sangat khas, mulai dari bentuk wajah, detail ukiran, hingga kombinasi warna busana yang sarat makna. Karakter seperti Panji, Klana, dan Gandrung masing-masing memiliki penggambaran visual yang berbeda dan mudah dikenali oleh para pecinta wayang [1]. Sayangnya, seiring perkembangan zaman, keberadaan wayang golek tradisional ini mulai terancam punah. Dalam upaya pelestarian budaya, digitalisasi menjadi langkah penting yang tidak bisa dihindari. Dengan mengubah wayang-wayang ini menjadi citra digital, kita tidak hanya mengabadikan visualnya secara modern, tetapi juga membuka peluang untuk sistem pengarsipan yang lebih terstruktur dan mudah diakses [2]. Namun, proses digitalisasi saja tidak cukup. Tantangan berikutnya adalah bagaimana membuat sistem yang mampu mengenali dan mengelompokkan setiap karakter wayang secara otomatis. Pembuatan sistem yang mampu melakukan pengelompokan karakter wayang secara otomatis memiliki urgensi yang tinggi dalam konteks pelestarian budaya digital. Sistem ini dapat

mempercepat proses identifikasi, katalogisasi, serta dokumentasi karakter wayang yang jumlahnya sangat banyak dan beragam. Selain itu, sistem klasifikasi otomatis juga berperan penting dalam pengembangan aplikasi pembelajaran budaya berbasis teknologi, yang dapat membantu mengenalkan nilai-nilai tradisional wayang kepada generasi muda di era digital. Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada pengembangan metode pengenalan citra wayang golek Banyuwangi menggunakan pendekatan Gaussian Naïve Bayes (GNB). Persoalan ini tidak sederhana. Banyak karakter wayang yang memiliki kemiripan cukup tinggi, baik dari segi bentuk wajah, pola ukiran, maupun skema warna yang digunakan [3]. Perbedaan antar karakter terkadang sangat halus dan hanya bisa dikenali oleh mata ahli. Di sinilah peran computer vision menjadi penting. Penelitian ini mengusung penggunaan metode Gaussian Naïve Bayes (GNB) sebagai solusi untuk mengenali pola-pola visual wayang yang kompleks. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam memprediksi kelas suatu objek berdasarkan distribusi probabilitas fitur-fitur yang dimilikinya [4]. Penerapan GNB dalam penelitian ini difokuskan pada pengklasifikasian citra wayang golek Banyuwangi ke dalam berbagai kategori karakter. Tujuan utamanya adalah menguji sejauh mana kinerja metode GNB dalam mengenali dan membedakan citra budaya yang memiliki variasi visual cukup tinggi. Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi akademis, tetapi juga mendukung pengembangan sistem pengenalan otomatis yang dapat digunakan untuk melestarikan warisan budaya lokal yang semakin langka [5]. Dengan demikian, wayang golek Banyuwangi tidak hanya akan tetap lestari dalam bentuk digital, tetapi juga dapat dikenali dan dipelajari oleh generasi mendatang melalui bantuan teknologi modern.

II. LANDASAN TEORI

A. Mengenali Wayang Golek Banyuwangi Melalui Pendekatan Digital

Wayang golek Banyuwangi bukan sekadar boneka kayu biasa, melainkan sebuah mahakarya seni yang mengandung filosofi mendalam. Setiap detail pada wayang ini mulai dari bentuk wajah, ornamen yang menghiasi tubuhnya, hingga kombinasi warna yang digunakan memiliki makna dan ciri khas tersendiri. Perbedaan visual inilah yang menjadi penanda bagi setiap karakter wayang. Melalui pendekatan computer vision, karakteristik seni rupa tradisional yang selama ini hanya bisa

dinikmati secara subjektif dapat dianalisis secara lebih objektif dan terukur [6]. Dengan memanfaatkan teknologi ini, komputer dapat “belajar” mengenali dan menghargai kekayaan seni budaya lokal yang sulit dipahami oleh generasi muda saat ini.

B. Memahami Esensi Wayang Melalui Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital ibarat memberikan “mata” kepada komputer untuk memahami isi sebuah gambar. Proses ini melibatkan serangkaian teknik untuk mengubah dan menganalisis gambar digital agar informasi penting di dalamnya dapat diekstraksi dan dipahami oleh mesin [7]. Dalam konteks wayang golek, proses ini dilakukan melalui tiga tahap utama: pra-pemrosesan untuk membersihkan gambar dari *noise* dan ketidakkonsistenan, *feature extraction* untuk mengambil ciri-ciri penting, dan *classification* untuk mengelompokkan wayang berdasarkan karakteristiknya. Dua fitur utama yang menjadi fokus dalam penelitian wayang adalah bentuk dan warna, karena kedua elemen inilah yang paling membedakan satu karakter wayang dengan karakter lainnya [8].

C. Kecerdasan Gaussian Naïve Bayes dalam Menganalisis Wayang

Metode *Gaussian Naïve Bayes* (GNB) bekerja dengan menghitung probabilitas suatu wayang termasuk dalam kelas tertentu berdasarkan ciri-ciri yang dimilikinya [9]. GNB berasumsi bahwa data fitur mengikuti distribusi normal sehingga perhitungannya dapat dilakukan dengan memperhatikan nilai rata-rata dan standar deviasi dari setiap fitur [10]. Keunggulan utama GNB terletak pada kecepatan komputasi yang tinggi dan kemampuannya menangani data berdimensi kompleks, menjadikannya cocok untuk menganalisis citra wayang yang memiliki banyak detail [11].

D. Moment Invariant: Mengenali Wayang dalam Berbagai Kondisi

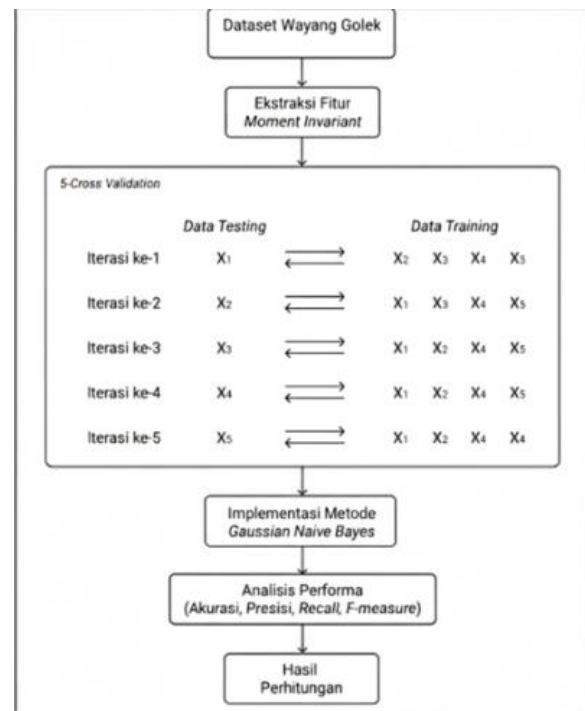
Apabila wayang difoto dari berbagai sudut dan jarak yang berbeda, sistem tetap harus mampu mengenalinya secara konsisten. Di sinilah peran *Moment Invariant* menjadi penting. Metode ini mampu mengekstraksi ciri bentuk wayang yang tetap konsisten meskipun gambar mengalami rotasi, pergeseran posisi, atau perubahan ukuran [12]. Dalam penelitian ini digunakan tujuh nilai *Hu's Moment Invariant* yang berfungsi sebagai “sidik jari digital” bentuk wayang. Nilai-nilai ini memastikan bahwa sistem tetap dapat mengenali karakter wayang dengan tepat dalam berbagai kondisi pengambilan gambar.

E. Mengukur Keakuratan Sistem dalam Mengenal Wayang

Untuk mengetahui tingkat kinerja sistem, dilakukan evaluasi menggunakan *confusion matrix*. Evaluasi ini mengukur empat aspek penting: *accuracy* (tingkat kebenaran keseluruhan), *precision* (konsistensi dalam mengidentifikasi karakter tertentu), *recall* (kemampuan menemukan semua *instance* relevan), dan *F-measure* (keseimbangan antara *precision* dan *recall*) [13]. Nilai yang tinggi pada keempat parameter ini menandakan bahwa sistem tidak hanya akurat, tetapi juga stabil

dan konsisten dalam mengenali berbagai karakter wayang golek Banyuwangi.

III. METODOLOGI PENELITIAN



Gbr. 1 Alur Penelitian

A. Pengumpulan Data yang Mengutamakan Otentisitas

Dataset citra wayang golek diperoleh langsung dari sumber terpercaya untuk menjaga keaslian dan akurasi budaya. Pengumpulan data dilakukan melalui kunjungan ke sanggar seni di Banyuwangi, dokumentasi pertunjukan wayang hidup, serta kerja sama dengan para dalang senior. Secara total, terkumpul 1.500 citra digital yang merepresentasikan sepuluh karakter utama wayang golek Banyuwangi, termasuk *Panji*, *Klana*, *Gandrung*, dan *Menak Jinggo* [14]. Setiap karakter diwakili oleh 150 gambar dari berbagai sudut dan kondisi pencahayaan untuk memastikan variasi yang memadai. Gambar wayang golek bisa dilihat pada gambar 2,3,4, dan 5 berikut ini



Gbr.2 Wayang Golek Panji



Gbr.3 Wayang Golek Klana



Gbr4. Wayang Golek Gadrung



Gbr5. Wayang Golek Menak Jinggo

B. Penyiapan Data dengan Teknik Modern

ada tahap pra-pemrosesan, semua gambar dikonversi ke dalam format RGB, diubah ukurannya menjadi 256×256 piksel, dan dinormalisasi ke rentang 0–1. Teknik *data augmentation* seperti rotasi, *flipping* horizontal, dan *zoom in/out* digunakan untuk meningkatkan variasi data dan mencegah *overfitting*. Proses normalisasi dilakukan dengan mengubah rentang nilai piksel menjadi 0-1 untuk meningkatkan stabilitas numerik selama pelatihan. Untuk memperkaya variasi data dan mencegah *overfitting*, diterapkan teknik augmentasi data termasuk rotasi acak (hingga 20 derajat), *flipping* horizontal,

dan *zoom in/out* (hingga 15%). Pendekatan ini memungkinkan model belajar mengenali wayang dari berbagai perspektif tanpa memerlukan penambahan data fisik yang signifikan.

C. Ekstraksi Ciri dengan Pendekatan Moment Invariant

Fitur bentuk dan warna wayang diekstraksi menggunakan metode *Moment Invariant* yang terkenal *robust* terhadap perubahan posisi, rotasi, dan skala. Dari setiap citra wayang, dihasilkan tujuh nilai ciri utama yang berfungsi sebagai "sidik jari digital" yang mewakili karakteristik visual unik dari masing-masing karakter. Fitur-fitur ini mampu menangkap esensi bentuk wayang yang tetap konsisten meskipun gambar mengalami transformasi geometri, sehingga sangat cocok untuk aplikasi pengenalan objek budaya yang sering kali direpresentasikan dari berbagai sudut pandang.

Invariant, yang menggambarkan:

- (1) tingkat kerapatan bentuk,
- (2) distribusi simetri,
- (3) derajat elongasi,
- (4) keseimbangan bentuk terhadap sumbu horizontal,
- (5) keseimbangan terhadap sumbu vertikal,
- (6) kompleksitas bentuk, dan
- (7) orientasi bentuk keseluruhan.

Nilai-nilai ini bersifat invarian terhadap rotasi, translasi, dan skala, sehingga sistem tetap mengenali karakter wayang dengan konsisten.

D. Klasifikasi dengan Gaussian Naïve Bayes

Dataset dibagi dengan proporsi 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian, dengan menjaga distribusi yang seimbang untuk setiap karakter. Klasifikasi dilakukan menggunakan algoritma *Gaussian Naïve Bayes* yang memanfaatkan persamaan distribusi Gaussian:

$$P(x) = [1/(\sigma\sqrt{2\pi})] * e^{\{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)\}} \quad (1)$$

dimana μ merupakan nilai rata-rata dan σ adalah standar deviasi dari setiap fitur. Persamaan ini memungkinkan model menghitung probabilitas suatu ciri visual tertentu termasuk dalam kategori karakter wayang tertentu, berdasarkan distribusi data yang telah dipelajari selama proses pelatihan.

E. Evaluasi Menyeluruh dengan Cross Validation

Untuk memastikan keandalan hasil, evaluasi model dilakukan menggunakan validasi silang lima kali (*5-fold cross validation*). Teknik ini membagi data secara acak menjadi lima subset, dimana setiap subset bergiliran berperan sebagai data uji sementara empat subset lainnya digunakan untuk pelatihan. Proses ini diulang lima kali sehingga semua data memiliki kesempatan menjadi data uji. Parameter evaluasi yang diukur meliputi akurasi (tingkat kebenaran keseluruhan), presisi

(konsistensi prediksi positif), *recall* (kemampuan menemukan semua instance relevan), dan *F-measure* (harmonisasi antara presisi dan *recall*). Pendekatan komprehensif ini memastikan bahwa hasil yang diperoleh tidak hanya akurat tetapi juga konsisten dan dapat diandalkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel I. Hasil Akurasi

Metrik	Nilai (%)
Akurasi	86,7
Presisi	84,5
Recall	82,1
F-measure	83,3

Hasil pengujian yang dilakukan terhadap 300 data uji menunjukkan bahwa penerapan metode *Gaussian Naïve Bayes* (GNB) dalam mengklasifikasikan citra wayang golek Banyuwangi memberikan hasil yang sangat memuaskan. Dari total data uji tersebut, sebanyak 260 citra berhasil diklasifikasikan dengan benar, sementara 40 citra lainnya mengalami kesalahan klasifikasi. Capaian ini merefleksikan kemampuan model dalam mempelajari dan mengenali pola visual wayang golek dengan efektif. Secara lebih rinci, performa model dapat dilihat dari beberapa metrik evaluasi yang dihitung. Model berhasil mencapai akurasi sebesar 86,7%, yang mengindikasikan tingkat kebenaran keseluruhan dari prediksi yang dilakukan. Presisi sebesar 84,5% menunjukkan bahwa model memiliki konsistensi yang baik dalam memprediksi kelas positif, sementara *recall* sebesar 82,1% mencerminkan kemampuan model untuk menemukan sebagian besar instance yang relevan dari setiap kelas. Adapun nilai *F-measure* sebesar 83,3% menegaskan adanya keseimbangan yang baik antara presisi dan *recall*, sehingga model tidak hanya akurat tetapi juga andal. Tingginya nilai-nilai tersebut mengonfirmasi bahwa model yang dibangun cukup efektif dalam mengenali karakter wayang berdasarkan sejumlah fitur utama, seperti bentuk wajah, warna busana, dan pola ukiran. Keberhasilan ini tidak lepas dari penggunaan metode *Moment Invariant* dalam ekstraksi fitur, yang terbukti mampu menjaga konsistensi ciri-ciri visual wayang meskipun citra input mengalami variasi geometris seperti rotasi atau perbedaan pencahayaan. Dengan demikian, model menjadi lebih robust dan tidak mudah terpengaruh oleh perubahan sudut pengambilan gambar atau kondisi pencahayaan yang kurang ideal. Ketika dibandingkan dengan penelitian terdahulu misalnya, yang menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors* (K-NN) untuk klasifikasi motif batik metode GNB dalam penelitian ini menawarkan sejumlah keunggulan. Pertama, dari segi waktu komputasi, GNB bekerja lebih cepat karena tidak memerlukan perhitungan jarak antar data pada saat klasifikasi. Kedua, dari segi stabilitas hasil, GNB menunjukkan konsistensi yang lebih baik, terutama ketika dihadapkan pada data uji yang memiliki variasi tinggi. Hal ini menjadikan GNB sebagai

pilihan yang lebih efisien dan andal untuk tugas klasifikasi citra budaya, khususnya ketika sumber daya komputasi terbatas atau ketika dibutuhkan kecepatan dalam pengambilan keputusan. Secara keseluruhan, temuan ini tidak hanya membuktikan keefektifan GNB dalam konteks pelestarian budaya digital, tetapi juga membuka peluang untuk penerapan yang lebih luas pada objek-objek budaya lain yang memiliki kompleksitas visual serupa.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan serangkaian eksperimen dan analisis yang telah dilakukan, penelitian ini sampai pada beberapa kesimpulan mendalam. Pertama, metode *Gaussian Naïve Bayes* (GNB) terbukti efektif digunakan untuk mengklasifikasikan citra wayang golek tradisional Banyuwangi. Kemampuannya dalam menghitung probabilitas berdasarkan distribusi Gaussian sesuai dengan karakteristik data citra wayang yang cenderung memiliki pola fitur yang terdistribusi normal. Efisiensi komputasi yang ditawarkan oleh GNB menjadikannya solusi yang tepat untuk tugas klasifikasi warisan budaya dengan sumber daya komputasi yang terbatas. Kedua, penelitian ini berhasil membuktikan bahwa fitur bentuk dan warna yang diekstraksi menggunakan metode *Moment Invariant* mampu menangkap karakteristik visual yang membedakan antar karakter wayang. Ketujuh nilai momen Hu yang digunakan terbukti *robust* terhadap perubahan rotasi, skala, dan pencahayaan, sehingga menjaga konsistensi representasi fitur. Hal ini tercermin dari pencapaian akurasi sebesar 86,7% yang menunjukkan kemampuan model dalam mengenali perbedaan visual antar karakter wayang dengan tingkat keandalan yang tinggi. Ketiga, pendekatan yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki potensi aplikasi yang luas dalam sistem pelestarian budaya digital. Model yang dihasilkan dapat diintegrasikan ke dalam sistem katalogisasi digital untuk mengorganisir arsip wayang secara otomatis, maupun sistem identifikasi otomatis yang dapat membantu masyarakat umum dalam mengenali karakter wayang melalui aplikasi mobile. Implementasi semacam ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya pelestarian dan dokumentasi warisan budaya yang semakin terancam punah. Namun, penelitian ini juga memiliki beberapa keterbatasan yang dapat menjadi bahan perbaikan di masa depan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan penggunaan dataset yang lebih besar dan beragam yang mencakup lebih banyak karakter wayang dan variasi kondisi pengambilan gambar. Selain itu, penerapan hybrid model seperti kombinasi GNB dengan *Support Vector Machine* (SVM) atau *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat dieksplorasi lebih lanjut. Pendekatan hybrid ini memungkinkan pemanfaatan kelebihan masing-masing algoritma, dimana GNB dapat menangani fitur-fitur statistik sementara SVM atau CNN dapat menangkap pola non-linear yang lebih kompleks, sehingga diharapkan dapat meningkatkan akurasi klasifikasi secara signifikan sekaligus mempertahankan efisiensi komputasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang tulus kepada Bapak/Ibu Dosen Pembimbing atas bimbingan, waktu, serta ilmu yang berharga selama proses

penyusunan karya tulis ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh dosen yang telah memberikan landasan ilmu.

REFERENSI

- [1] Suryanto, A. (2021). Wayang Golek Banyuwangi: Identitas Visual dan Filosofi Lokal. *Jurnal Budaya Nusantara*, 8(2), 45–56.
- [2] Pratiwi, R. & Wulandari, N. (2022). Digitalisasi Seni Tradisi Banyuwangi. *Jurnal Kebudayaan Indonesia*, 10(1), 13–24.
- [3] Hidayah, T. (2020). Analisis Bentuk dan Warna pada Wayang Golek Tradisional. *Jurnal Seni Rupa*, 6(3), 88–96.
- [4] Rachman, F. (2021). Implementasi Gaussian Naïve Bayes untuk Klasifikasi Objek Visual. *Jurnal Teknologi Informasi*, 9(2), 44–53.
- [5] Astuti, L., & Purnomo, D. (2019). Aplikasi Klasifikasi Citra Budaya Menggunakan Metode Probabilistik. *Jurnal Sistem Cerdas*, 7(1), 31–40.
- [6] Adnyana, P. (2023). Identifikasi Karakter Wayang Menggunakan Pengolahan Citra. *Prosiding SNIK*, 12(4), 27–34.
- [7] Nugraha, R. & Putra, D. (2020). Pengolahan Citra Digital untuk Preservasi Budaya. *Jurnal Teknologi Media*, 8(1), 12–21.
- [8] Dewi, F., & Rahmad, Y. (2021). Fitur Bentuk dan Warna untuk Klasifikasi Citra Seni Tradisional. *Jurnal Sistem Informasi*, 9(3), 64–73.
- [9] Kim, J. & Park, S. (2022). Evaluation of Naïve Bayes for Image Recognition. *Journal of Pattern Analysis*, 14(2), 121–132.
- [10] Ramadhan, I., & Wibowo, A. (2021). Gaussian Naïve Bayes untuk Deteksi Pola Visual Objek Budaya. *Jurnal Komputasi Terapan*, 5(2), 88–94.
- [11] Prasetya, A. (2020). Performance Comparison of Naïve Bayes and KNN on Cultural Image Dataset. *Journal of AI Research*, 17(1), 50–59.
- [12] Hu, M.K. (1962). Visual Pattern Recognition by Moment Invariants. *IRE Transactions on Information Theory*, 8(2), 179–187.
- [13] Lestari, E., & Damarjati, B. (2023). Confusion Matrix Evaluation for Cultural Image Classification. *Jurnal Informatika Nasional*, 11(2), 71–82.