

# Klasifikasi Batik Nusantara Menggunakan Ekstraksi Fitur SIFT dan Hough Transform

Muhammad Hidayat Nurwahid<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Informatika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

\*Corresponding author email: [22081010300@student.upnjatim.ac.id](mailto:22081010300@student.upnjatim.ac.id)

**Abstrak**— Batik merupakan warisan budaya Indonesia dengan kompleksitas visual motif yang beragam, mulai dari pola geometris teratur hingga pola organik yang tidak beraturan, sehingga menjadi tantangan dalam proses klasifikasi otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem klasifikasi motif batik Nusantara menggunakan metode Scale Invariant Feature Transform (SIFT) serta kombinasi SIFT dan Hough Transform. Menggunakan dataset berjumlah 3.000 citra dari 20 kelas motif batik, penelitian ini melalui tahapan pra-pemrosesan, ekstraksi fitur lokal menggunakan SIFT, dan ekstraksi fitur struktural global melalui Hough Transform. Proses klasifikasi diimplementasikan menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) dengan kernel Radial Basis Function (RBF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan SIFT secara mandiri memberikan performa yang baik pada batik berpola teratur, dan akurasi meningkat signifikan saat dikombinasikan dengan Hough Transform berkat keberadaan struktur garis yang konsisten. Sebaliknya, pada batik berpola tidak beraturan, performa klasifikasi menurun karena sebaran keypoints yang acak dan deteksi garis yang tidak representatif, yang justru menimbulkan noise pada data. Penelitian ini menyimpulkan bahwa efektivitas sinergi SIFT dan Hough Transform sangat bergantung pada tingkat keteraturan geometris motif batik. Temuan ini memberikan wawasan penting bahwa pendekatan fitur struktural lebih optimal untuk motif repetitif dibandingkan motif abstrak, yang menjadi landasan bagi pengembangan metode ekstraksi fitur yang lebih adaptif di masa depan.

**Kata Kunci**— batik, sift, hough transform, klasifikasi citra, svm

## I. PENDAHULUAN

Batik merupakan salah satu warisan budaya Indonesia yang memiliki nilai seni tinggi dengan karakteristik motif yang beragam, mulai dari pola yang teratur dan repetitif hingga pola yang bersifat acak dan tidak beraturan. Perkembangan teknologi pengolahan citra digital membuka peluang untuk melakukan pelestarian dan pengelolaan motif batik secara lebih sistematis melalui otomatisasi proses pengenalan dan klasifikasi motif.

Namun, klasifikasi motif batik secara otomatis bukanlah tugas yang sederhana. Kompleksitas visual batik, khususnya pada motif yang memiliki tingkat repetisi dan simetri tinggi, sering menyebabkan kesulitan dalam proses ekstraksi fitur dan pencocokan pola. Sebaliknya, batik dengan pola yang tidak teratur juga menimbulkan tantangan tersendiri karena kurangnya struktur visual yang konsisten untuk dijadikan acuan dalam proses pengenalan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, laporan ini membahas pengembangan sebuah program klasifikasi motif batik menggunakan metode Scale Invariant Feature Transform (SIFT) serta kombinasi SIFT dan Hough Transform. Tujuan dari pengembangan program ini adalah untuk mengevaluasi kinerja kedua pendekatan tersebut terhadap berbagai karakteristik motif batik, khususnya membandingkan performa pada batik berpola teratur dan batik berpola tidak beraturan.

## II. LANDASAN TEORI

Bab ini memaparkan kerangka teoretis yang mendasari penelitian pengenalan motif batik secara otomatis. Penjelasan dimulai dari karakteristik visual batik sebagai objek penelitian, diikuti dengan landasan teknis algoritma Scale Invariant Feature Transform (SIFT) untuk ekstraksi fitur dan Hough Transform sebagai metode validasi hasil pencocokan. Selain itu, bagian ini menyajikan tinjauan literatur terkait untuk memposisikan penelitian ini di antara studi-studi klasifikasi batik yang telah dilakukan sebelumnya.

### A. Batik dan Karakteristik Motif

Batik merupakan kain tradisional dengan karakteristik visual unik yang dihasilkan melalui teknik perintang lilin. Secara morfologi, motif batik diklasifikasikan berdasarkan tingkat keteraturan pola, simetri, dan repetisi elemennya, mulai dari struktur geometris yang kaku hingga bentuk bebas non-geometris. Karakteristik struktural ini menjadi parameter krusial dalam pengenalan pola otomatis, karena menentukan konsistensi fitur visual yang dapat diekstraksi dari citra.

### B. Scale Invariant Feature Transform (SIFT)

Scale Invariant Feature Transform (SIFT) merupakan metode ekstraksi fitur lokal yang invarian terhadap perubahan skala, rotasi, serta variasi pencahayaan. Proses ini diawali dengan deteksi ekstremum ruang-skala menggunakan Difference of Gaussian (DoG) yang diperoleh dari selisih dua citra terhaluskan Gaussian dengan skala berbeda melalui persamaan:

$$L(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) * I(x, y) \quad (1)$$

dengan fungsi Gaussian:

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

Selanjutnya, dilakukan lokalisasi keypoint untuk mengeliminasi titik dengan kontras rendah atau yang terletak pada tepi melalui analisis matriks Hessian guna meningkatkan stabilitas fitur terhadap gangguan noise. Untuk mencapai invariansi rotasi, setiap keypoint diberikan orientasi dominan

yang dihitung berdasarkan gradien intensitas lokal dengan besar gradien dan arah gradien sebagai berikut:

$$m(x, y) = \sqrt{(L(x+1, y) - L(x-1, y))^2 + (L(x, y+1) - L(x, y-1))^2} \quad (3)$$

$$\theta(x, y) = \tan^{-1} \left( \frac{L(x, y+1) - L(x, y-1)}{L(x+1, y) - L(x-1, y)} \right)$$

Tahap akhir 2ocal2 pembentukan 2ocal22tor berupa 2ocal2 berdimensi 128 yang merepresentasikan distribusi orientasi gradien pada subregion di sekitar keypoint. Dalam konteks batik, SIFT mampu mengekstraksi detail elemen visual seperti isen-isen, namun efektivitasnya sangat bergantung pada keberadaan struktur 2ocal yang konsisten pada motif tersebut.

### C. Hough Transform

Hough Transform merupakan metode deteksi objek berbasis voting yang mengidentifikasi bentuk geometris dengan memetakan titik fitur dari ruang citra ke ruang parameter (parameter space). Keberadaan objek ditentukan oleh akumulasi suara (votes) pada koordinat parameter tertentu, yang memberikan ketahanan terhadap noise dan oklusi. Untuk mendeteksi garis lurus secara stabil, metode ini menggunakan representasi polar:

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (4)$$

Dalam pengembangan lebih lanjut, Generalized Hough Transform memungkinkan deteksi objek kompleks melalui model referensi tanpa bergantung pada persamaan analitis sederhana. Pada klasifikasi motif batik, metode ini berfungsi sebagai mekanisme validasi hasil pencocokan keypoint SIFT. Setiap pasangan keypoint yang cocok memberikan suara terhadap estimasi lokasi, skala, dan orientasi motif dalam citra. Sinergi antara SIFT dan Hough Transform memanfaatkan ekstraksi fitur lokal yang invarian dan verifikasi kecocokan secara global. Pendekatan ini sangat efektif pada motif batik dengan struktur pola teratur dan repetitif. Namun, metode ini memiliki keterbatasan pada motif batik yang bersifat acak atau tidak berpola, karena voting yang dihasilkan cenderung tersebar dan tidak membentuk puncak akumulator yang jelas, sehingga menurunkan performa validasi.

### D. Penelitian Terkait

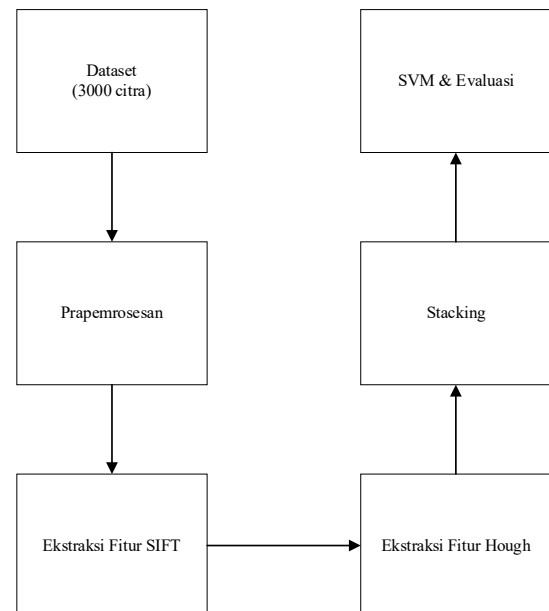
Penelitian mengenai klasifikasi batik telah berkembang pesat dengan fokus utama pada ekstraksi fitur tekstur dan bentuk. Nurhaida menggunakan Grey Level Co-Occurance Matrix (GLCM) dengan akurasi 80%, sementara Minarno meningkatkan performa pengambilan citra melalui penggabungan fitur orientasi tepi dan deskriptor dengan precision 74%. Selain itu, Rangkuti mengombinasikan deteksi tepi Canny, transformasi wavelet, dan momen invarian untuk mencapai presisi hingga 92%. Penggunaan fitur lokal seperti SIFT juga terbukti efektif dengan tingkat akurasi antara 80% hingga 87%, sedangkan Invariant Generalized Hough Transform (IGHT) telah diterapkan untuk menghitung sudut rotasi motif batik dengan recall mencapai 94%.

Dalam konteks deteksi objek ganda dan kompleksitas pola, beberapa studi telah mengeksplorasi penggunaan Hough

Transform untuk mengatasi masalah oklusi dan cluttered scene. Untuk menutupi kelemahan mekanisme voting yang independen, pendekatan gabungan seperti sliding window dengan voting probabilistik serta penggunaan deskriptor mirip SIFT dengan Earth Mover's Distance diusulkan guna menekan kompleksitas waktu. Lebih lanjut, penelitian terkini mempertimbangkan variasi skala tekstur melalui Keypoint Density Maps serta peningkatan efisiensi pencocokan fitur melalui binerisasi SIFT. Penelitian ini memposisikan diri dengan mengintegrasikan keunggulan SIFT dan Hough Transform untuk mengenali pola objek secara berurutan dalam basis data.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada sub-bab ini dijelaskan mengenai tahapan-tahapan dalam penelitian ini yang terdiri dari akuisisi data, prapemrosesan, ekstraksi fitur SIFT & Hough, perancangan model dan evaluasi model.



Gbr. 1 Metodologi Penelitian

### A. Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3.000 citra batik yang terbagi ke dalam 20 kelas motif batik, dengan setiap kelas memiliki 150 citra. Dataset ini mencakup berbagai jenis motif batik tradisional Indonesia, baik yang memiliki pola teratur dan repetitif maupun motif yang bersifat lebih bebas dan tidak beraturan.

### B. Pra-pemrosesan

Langkah pertama dalam preprocessing adalah konversi citra dari format warna BGR/RGB menjadi grayscale. Konversi ini bertujuan untuk mengurangi kompleksitas data citra dan memastikan bahwa proses deteksi keypoint hanya bergantung

pada informasi intensitas, sesuai dengan karakteristik algoritma SIFT yang bekerja pada citra satu kanal.

Selanjutnya, dilakukan proses penyesuaian ukuran (resizing) citra dengan mempertimbangkan dimensi minimum dan maksimum. Ukuran maksimum citra dibatasi hingga 800 piksel untuk mencegah beban komputasi yang berlebihan, sedangkan ukuran minimum ditetapkan sebesar 300 piksel untuk memastikan jumlah keypoint yang terdeteksi tetap mencukupi. Jika dimensi citra terlalu besar, citra akan diperkecil (downscaling), dan jika terlalu kecil, citra akan diperbesar (upscaling).

Proses resizing dilakukan dengan skala proporsional agar rasio aspek citra tetap terjaga. Metode interpolasi yang digunakan disesuaikan dengan jenis skala, yaitu INTER\_AREA untuk pengecilan citra dan INTER\_CUBIC untuk pembesaran citra, guna menjaga kualitas visual dan struktur pola batik. Hasil akhir dari tahap preprocessing ini adalah citra grayscale dengan ukuran yang telah dinormalisasi dan siap digunakan pada tahap ekstraksi fitur SIFT.

#### C. Ekstraksi Fitur

Tahap ekstraksi fitur pada penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan fitur SIFT dan fitur berbasis Hough Transform dalam satu proses. Implementasi ekstraksi fitur dirancang agar berjalan secara paralel menggunakan multiprocessing untuk meningkatkan efisiensi pemrosesan pada dataset berukuran besar.

Proses ekstraksi fitur diawali dengan pemanggilan fungsi worker yang menerima pasangan input berupa jalur citra dan nama kelas batik. Setiap citra diproses satu kali melalui fungsi preprocessing untuk menghasilkan citra grayscale yang telah dinormalisasi ukurannya. Citra hasil preprocessing ini kemudian digunakan sebagai input untuk proses ekstraksi fitur selanjutnya.

Ekstraksi fitur SIFT dilakukan dengan mendeteksi keypoints dan menghitung deskriptor SIFT menggunakan fungsi `detectAndCompute`. Deskriptor yang dihasilkan memiliki dimensi 128 dan merepresentasikan karakteristik lokal dari motif batik. Apabila pada suatu citra tidak ditemukan deskriptor SIFT, misalnya pada citra yang polos atau rusak, sistem akan menghasilkan deskriptor pengganti berupa vektor nol untuk menjaga konsistensi data. Seluruh deskriptor kemudian dikonversi ke tipe data float agar kompatibel dengan proses klasterisasi menggunakan K-Means.

Selain fitur SIFT, sistem juga mengekstraksi fitur berbasis Hough Transform untuk merepresentasikan struktur global citra. Proses ini diawali dengan deteksi tepi menggunakan algoritma Canny, yang kemudian dilanjutkan dengan pendeteksian garis menggunakan metode Probabilistic Hough Transform. Dari garis-garis yang terdeteksi, tiga fitur utama dihitung, yaitu jumlah garis yang terdeteksi, rata-rata panjang garis, dan rata-rata sudut orientasi garis. Ketiga nilai ini membentuk vektor fitur Hough yang menggambarkan tingkat keteraturan struktur geometris pada citra batik. Apabila tidak ditemukan garis, vektor fitur Hough diisi dengan nilai nol.

Hasil akhir dari tahap ekstraksi fitur adalah pasangan fitur berupa deskriptor SIFT, vektor fitur Hough, dan label kelas batik. Seluruh proses ekstraksi fitur dilakukan secara paralel untuk mempercepat waktu komputasi.

#### D. Metode Evaluasi

Tahap pelatihan dan evaluasi sistem klasifikasi dilakukan menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM). Proses ini diawali dengan pembagian data fitur dan label kelas menjadi data latih dan data uji menggunakan metode train-test split. Sebanyak 80% data digunakan sebagai data latih dan 20% sisanya sebagai data uji. Pembagian data dilakukan secara stratified untuk menjaga proporsi kelas pada kedua subset, serta menggunakan nilai random state yang tetap guna memastikan konsistensi hasil pengujian.

Sebelum proses pelatihan, data fitur dinormalisasi menggunakan `StandardScaler`. Proses normalisasi ini bertujuan untuk menyamakan skala fitur sehingga setiap fitur memiliki nilai rata-rata nol dan standar deviasi satu. Langkah ini penting karena algoritma SVM sensitif terhadap perbedaan skala antar fitur, terutama ketika menggunakan kernel non-linear.

Pelatihan model dilakukan menggunakan SVM dengan kernel Radial Basis Function (RBF) dan parameter regulasi  $C = 10$ . Model SVM dilatih menggunakan data latih yang telah dinormalisasi untuk mempelajari batas pemisah antar kelas motif batik. Setelah proses pelatihan selesai, model digunakan untuk melakukan prediksi terhadap data uji.

Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan dua pendekatan utama. Pertama, `classification report` digunakan untuk menampilkan nilai precision, recall, dan F1-score pada setiap kelas batik, sehingga memberikan gambaran performa model secara rinci. Kedua, `confusion matrix` digunakan untuk memvisualisasikan hasil prediksi model terhadap label sebenarnya. `Confusion matrix` ditampilkan dalam bentuk heatmap untuk memudahkan analisis kesalahan klasifikasi antar kelas motif batik. Hasil evaluasi ini digunakan untuk membandingkan kinerja klasifikasi antara pendekatan SIFT dan kombinasi SIFT dengan Hough Transform.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti melakukan pengujian terhadap citra batik yang memiliki pola teratur dan tidak teratur terhadap model yang dilatih dengan menggunakan ekstraksi fitur SIFT saja dan dibandingkan dengan model yang menggunakan ekstraksi fitur gabungan SIFT dan Hough.

#### A. Batik Pola Beraturan



Gbr. 2 Batik Pola Beraturan

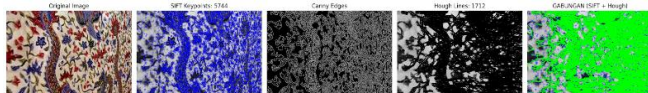
Berdasarkan hasil pengujian, batik dengan pola teratur menunjukkan performa klasifikasi yang baik ketika

menggunakan metode SIFT saja, dan mengalami peningkatan performa ketika dikombinasikan dengan Hough Transform. Pada citra batik berpola teratur, keypoints SIFT terdeteksi secara konsisten dan tersebar merata mengikuti struktur motif yang berulang. Hal ini menunjukkan bahwa SIFT mampu menangkap ciri lokal yang stabil pada pola geometris atau motif yang memiliki pengulangan bentuk.

Ketika Hough Transform ditambahkan, hasil deteksi garis menunjukkan adanya garis-garis dominan dengan orientasi dan panjang yang relatif konsisten. Garis-garis ini merepresentasikan struktur global dari motif batik berpola teratur, seperti pola diagonal, simetri, atau pengulangan garis lurus. Kombinasi antara fitur lokal dari SIFT dan fitur global dari Hough Transform menghasilkan representasi citra yang lebih kaya, sehingga model klasifikasi mampu membedakan kelas batik dengan lebih akurat.

Hasil ini mengindikasikan bahwa batik berpola teratur sangat sesuai dengan asumsi dasar kedua metode, di mana SIFT bekerja optimal pada struktur lokal yang konsisten, dan Hough Transform efektif dalam mendeteksi pola garis yang teratur. Dengan demikian, integrasi kedua metode memberikan efek saling melengkapi pada jenis batik ini.

#### B. Batik Pola Tidak Beraturan



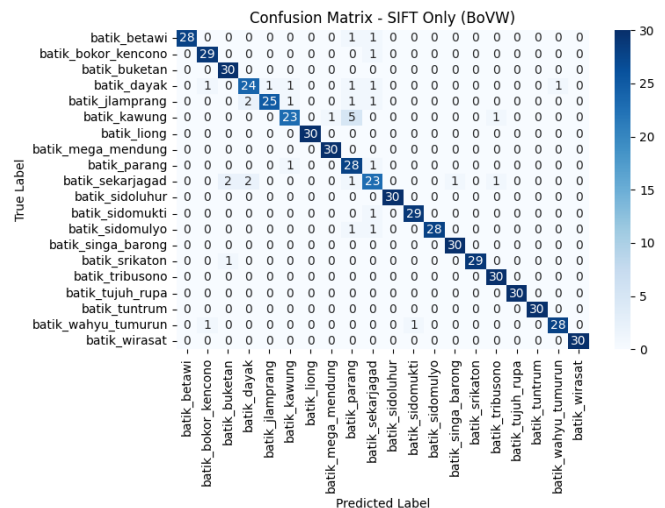
Gbr. 3 Batik Pola Tidak Beraturan

Sebaliknya, hasil yang berbeda diperoleh pada batik dengan pola tidak beraturan. Pada pengujian menggunakan SIFT saja, performa klasifikasi cenderung menurun. Keypoints SIFT yang terdeteksi pada citra jenis ini umumnya tersebar secara acak dan tidak membentuk pola yang konsisten. Hal ini menyebabkan deskriptor yang dihasilkan kurang representatif terhadap karakteristik kelas tertentu, sehingga menyulitkan proses klasifikasi.

Penambahan Hough Transform pada batik berpola tidak beraturan justru memperburuk hasil klasifikasi. Hasil deteksi tepi Canny menghasilkan banyak tepi yang tidak bermakna secara struktural, dan Hough Transform mendeteksi garis-garis pendek dengan orientasi yang acak. Fitur garis yang dihasilkan tidak mencerminkan struktur motif yang konsisten, sehingga menambahkan noise pada vektor fitur gabungan SIFT dan Hough.

Secara visual, perbedaan ini dapat diamati pada citra contoh, di mana batik tidak berpola menunjukkan keypoints SIFT yang tidak terstruktur serta garis Hough yang tidak dominan. Hal ini menyebabkan model klasifikasi kesulitan membedakan kelas, karena fitur yang digunakan tidak memiliki pola pembeda yang kuat.

#### C. Perbandingan dan Analisa Hasil



Gbr. 4 Confusion Matrix Model dengan Fitur SIFT

Dari keseluruhan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan metode SIFT dan kombinasi SIFT–Hough sangat bergantung pada keteraturan pola batik. Pada motif yang memiliki struktur geometris atau pengulangan pola yang jelas, kedua metode bekerja secara optimal. Namun, pada motif yang bersifat bebas, organik, atau tidak memiliki struktur garis yang dominan, performa kedua metode mengalami penurunan yang signifikan.

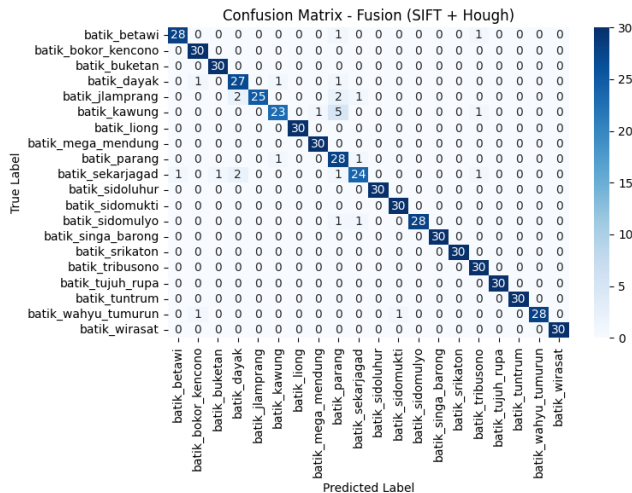
Hough Transform terbukti membantu meningkatkan kinerja klasifikasi hanya ketika citra memiliki pola garis yang jelas dan konsisten. Pada kondisi sebaliknya, metode ini justru memperkenalkan fitur yang tidak relevan. Hal ini menegaskan keterbatasan pendekatan berbasis fitur struktural seperti SIFT dan Hough dalam menangani motif batik yang bersifat abstrak atau tidak beraturan.

Temuan utama dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode klasifikasi batik berbasis SIFT dan Hough Transform sangat sensitif terhadap keteraturan motif, sehingga pemilihan metode ekstraksi fitur harus mempertimbangkan karakteristik visual dari batik yang digunakan. Insight ini menjadi dasar penting untuk pengembangan metode lanjutan yang lebih adaptif terhadap variasi motif batik di masa mendatang.

## V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah program klasifikasi batik berbasis ekstraksi fitur menggunakan Scale Invariant Feature Transform (SIFT) serta kombinasi SIFT dengan Hough Transform. Berdasarkan hasil pengujian terhadap dataset batik dengan berbagai jenis motif, diperoleh bahwa metode SIFT mampu melakukan klasifikasi dengan baik pada batik yang memiliki pola teratur, dan performanya meningkat ketika dikombinasikan dengan fitur garis dari Hough Transform.





Gbr. 5 Confusion Matrix Model dengan Fitur SIFT dan Hough

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa batik berpola teratur menghasilkan keypoints SIFT yang stabil dan struktur garis yang konsisten, sehingga fitur yang diekstraksi bersifat representatif dan mendukung proses klasifikasi. Sebaliknya, pada batik dengan pola tidak beraturan, performa klasifikasi mengalami penurunan baik pada penggunaan SIFT saja maupun pada kombinasi SIFT dan Hough. Hal ini disebabkan oleh penyebaran keypoints yang tidak konsisten serta deteksi garis Hough yang bersifat acak dan tidak mencerminkan struktur motif yang jelas.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan metode klasifikasi batik berbasis SIFT dan Hough Transform sangat bergantung pada tingkat keteraturan pola motif batik. Metode ini efektif untuk motif dengan struktur geometris atau pola berulang, namun memiliki keterbatasan dalam menangani motif yang bersifat bebas atau tidak terstruktur. Temuan ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya untuk mengembangkan pendekatan ekstraksi fitur yang lebih adaptif terhadap keragaman motif batik.

## REFERENSI

- [1] I. Nurhaida, M. Manurung, and A. M. Arymurthi, "Performance Comparison Analysis Features Extraction Methods for Batik Recognition," in *International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems*, 2012.
- [2] A. E. Minarno, Y. Munarko, F. Bimantoro, A. Kurniawardhani, and N. Suciati, "Batik image retrieval based on enhanced micro-structure descriptor," *2014 Asia-Pacific Conf. Comput. Aided Syst. Eng.*, vol. 1, no. c, pp. 65–70, Feb. 2014.
- [3] A. H. Rangkuti, R. B. Bahaweres, and A. Harjoko, "Batik Image Retrieval Based on Similarity of Shape and Texture Characteristics," in *International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems*, 2012, pp. 978–979.
- [4] R. Akta, "Batik Motif Classification using Scale Invariant Feature Transform method.," 2012.
- [5] A. A. Bouty, "Accumulator Array Extraction for Rotation Measurement using Hill Climbing and Low Pass Filter in Batik Digital Image," *Universitas Indonesia*, 2012.
- [6] G. Aragon-Camarasa and J. P. Siebert, "Unsupervised clustering in Hough space for recognition of multiple instances of the same object in a

cluttered scene," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 31, no. 11, pp. 1274–1284, Aug. 2010.

[7] P. Yarlagadda and A. Monroy, "Voting by Grouping Dependent Parts," in *ECCV'10 Proceedings of the 11th European conference on Computer vision: Part V*, 2010, pp. 97–210.

[8] J. Rabin, J. Delon, and Y. Gousseau, "A Statistical Approach to the Matching of Local Features," *SIAM J. Imaging Sci.*, vol. 2, no. 3, pp. 931–958, Jan. 2009.

[9] E. Ardiczone, A. Bruno, and G. Mazzola, "Scale detection via keypoint density maps in regular or near-regular textures," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 34, no. 16, pp. 2071–2078, 2013.