

# Implementasi GLCM, LBP, Dan *Euclidean Distance* Untuk Sistem Pencarian Batik Teratur Berbasis Citra

Regan Putra Ramadhan<sup>1</sup>, Aqsa Prima Cahya<sup>2</sup>, Daniel Perdana Mochtar<sup>3</sup>, Panggih Santri<sup>4</sup>, Eva Yulia Puspaningrum<sup>5\*</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Informatika, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

[22081010036@student.upnjatim.ac.id](mailto:22081010036@student.upnjatim.ac.id)<sup>1</sup>

[22081010059@student.upnjatim.ac.id](mailto:22081010059@student.upnjatim.ac.id)<sup>2</sup>

[22081010064@student.upnjatim.ac.id](mailto:22081010064@student.upnjatim.ac.id)<sup>3</sup>

[22081010241@student.upnjatim.ac.id](mailto:22081010241@student.upnjatim.ac.id)<sup>4</sup>

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

**Abstrak**— Dalam upaya mempercepat dan mempermudah proses pencarian pola pada citra batik teratur, penelitian ini mengusulkan implementasi ekstraksi fitur kombinasi yang menggabungkan Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan Local Binary Pattern (LBP). Setiap citra di- resize ke ukuran standar 128×128 piksel, kemudian diolah menjadi citra grayscale sebelum ekstraksi fitur. Fitur GLCM digunakan untuk menangkap tekstur global melalui pengukuran kontras, dissimilarity, *homogeneity*, energy, korelasi, dan ASM. Sementara itu, LBP menangkap informasi detail lokal dalam bentuk histogram pola biner. Fitur-fitur yang dihasilkan digabungkan menjadi vektor deskriptor lengkap untuk setiap citra, lalu disimpan dalam basis data. Pencarian pola serupa dilakukan dengan menghitung *Euclidean Distance* antara vektor *query* dan seluruh vektor dalam database, menghasilkan peringkat 10 citra terdekat. Hasil awal menunjukkan bahwa kombinasi ketiga metode ekstraksi ini mampu menangkap karakteristik tekstur, lokal, dan frekuensi dengan baik, sehingga mempermudah identifikasi pola batik yang menyerupai *query*. Kontribusi utama penelitian ini adalah demonstrasi efektivitas gabungan GLCM dan LBP dalam sistem pencarian citra batik teratur, sekaligus membuka peluang optimasi lebih lanjut melalui pengaturan parameter dan integrasi teknik pembelajaran mesin.

**Kata Kunci**— *Batik Teratur, GLCM, LBP, Euclidean Distance, Pencarian Citra*

## I. PENDAHULUAN

Batik merupakan kain bermotif dan berwarna yang dibuat dengan teknik tertentu seperti lukis, cap, tulis, maupun kombinasi. Batik mencerminkan kekayaan budaya, filosofi, dan kearifan lokal yang telah diakui UNESCO sebagai bagian dari warisan budaya Indonesia [5]. Kemajuan teknologi informasi seperti aplikasi *e-commerce* atau *marketplace* mendorong munculnya kebutuhan akan sistem pencarian. Teknik pencarian yang tersedia saat ini, terbatas pada teks, dimana *keyword* yang dapat diberikan hanya sebatas teks berupa nama file atau nama batik yang ingin dicari. Berbeda dengan pencarian berbasis teks, sistem pencarian berbasis citra gambar memungkinkan pengguna aplikasi untuk menemukan produk batik dengan mengunggah gambar tanpa perlu mendeskripsikan secara eksplisit dan dengan adanya *information retrieval* berupa pencarian berbasis citra gambar, diharapkan dapat membantu proses pencarian menjadi lebih spesifik ke arah gambar batik yang ingin dicari. Dengan adanya

aplikasi pencarian batik berbasis citra gambar, diharapkan mampu mengurangi kesulitan dalam melakukan proses pencarian untuk sebuah batik, hanya dengan memasukkan gambar batik yang dijadikan sebagai objek pengenalan untuk kemudian dicari gambar-gambar batik dengan motif yang memiliki tingkat kemiripan yang sangat tinggi [18].

Dalam perancangan sistem pencarian batik berbasis citra gambar ini, salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah melalui ekstraksi fitur tekstur, yang mampu menangkap karakteristik khas dari pola batik. Beberapa metode populer yang akan digunakan adalah *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) dan *Local Binary pattern* (LBP). Seperti pada penelitian sebelumnya oleh Nugraha, K. A. dkk., (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Tekstur Pada Citra Motif Batik Untuk Klasifikasi Menggunakan K-NN”, penggunaan matriks pasangan intensitas (GLCM) adalah bagian penting dalam proses analisis fitur tekstur pada citra gambar batik. Penghitungan fitur dengan GLCM dapat dilakukan menggunakan beberapa arah offset spasial 0, 45, 90, dan 135 derajat [1]. Penelitian tersebut menggunakan empat jenis data batik dari Yogyakarta, yaitu Batik Ceplok, Parang, Semen, dan Nitik dengan jumlah data sebanyak 20 data untuk masing-masing jenis batik dan menghasilkan tingkat akurasi pengenalan sebesar 60% dengan nilai K (variabel jumlah tetangga terdekat yang diambil) = 5 dan performa klasifikasi akan semakin berkurang dengan bertambahnya nilai K pada perhitungan.

Penelitian lain oleh Anisa dan Rahmatullah yang berjudul “Classification of Batik Tasikmalaya using Neural Network With GLCM dan LBP Feature Extraction” juga memanfaatkan metode GLCM dalam proses ekstraksi fitur batik, khususnya batik tasikmalaya. Metode LBP yang telah populer sejak diperkenalkan oleh Timo ojala, Matti Pietikäinen, dan David Harwood pada 1994, merupakan teknik pengolahan citra yang banyak digunakan karena kemampuannya untuk mengekstrak fitur tekstur yang kuat dan berguna untuk berbagai aplikasi pengolahan citra. Metode ini membandingkan nilai piksel di pusat gambar yang memiliki 8 nilai piksel yang berbeda di sekelilingnya dalam citra 3x3. Kemudian intensitas piksel di titik pusat gambar akan dibandingkan dengan piksel sekelilingnya. Jika intensitas piksel di titik pusat lebih tinggi daripada intensitas piksel di sekitarnya, nilai yang dihasilkan adalah 1, begitupun sebaliknya, maka akan bernilai 0 [2]. Penelitian ini berhasil mengklasifikasikan batik Merak

Ngibing, Lancan Tasik, Sidomukti Payung, dan Sukapura dengan akurasi yang tinggi, sekitar 95% dengan GLCM dan 90% dengan LBP, meskipun dalam penelitiannya melibatkan konsep *Neural Network* yang akan memberikan perbedaan dalam langkah pemrosesan data.

Salah satu pendekatan lain yang banyak digunakan dalam sistem pencarian citra berbasis konten adalah metode *Cosine Similarity*, yang mengukur tingkat kemiripan antara dua vektor fitur berdasarkan sudut di antara keduanya. *Cosine Similarity* dinilai efektif karena mampu memberikan penilaian kemiripan berdasarkan orientasi vektor, bukan magnitudonya, sehingga cocok untuk membandingkan fitur-fitur yang telah dinormalisasi [12]. Penelitian oleh Nugrowati et al. dalam pengembangan *Batik Image Search System* menunjukkan bahwa penerapan *Cosine Similarity* untuk fitur warna berhasil menghasilkan sistem pencarian batik yang efisien, dengan performa retrieval mencapai 50% pada fitur warna saja dan meningkat pada kombinasi fitur warna dan bentuk. Sistem tersebut memanfaatkan *Cosine Similarity* untuk mencocokkan citra masukan pengguna dengan metadata fitur dari citra batik pada basis data, menunjukkan bahwa pendekatan ini relevan dan dapat diadaptasi dalam pengembangan sistem pencarian pola batik teratur berbasis citra, sebagaimana yang diusulkan dalam penelitian ini.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi teknik ekstraksi fitur tekstur dan bentuk menggunakan GLCM, LBP, atau metode transformasi frekuensi untuk membedakan pola batik. Namun, masing-masing metode memiliki kelebihan dan keterbatasan: GLCM unggul dalam menangkap korelasi tekstur, sedangkan LBP sensitif terhadap detail lokal. Penggabungan ketiganya diharapkan dapat menghasilkan deskriptor fitur yang lebih kaya dan tahan terhadap variasi pencahayaan, rotasi, serta skala. Sehingga, dalam studi ini, kami mengusulkan sebuah kerangka kerja ekstraksi fitur kombinasi yang mengintegrasikan GLCM dan LBP untuk membangun representasi sistem pencarian batik teratur berbasis citra. Fitur-fitur tersebut kemudian disimpan dalam basis data, dan pencarian pola serupa dilakukan menggunakan matrix *Cosine Similarity*. Pendekatan ini tidak hanya memanfaatkan keunggulan setiap metode ekstraksi, tetapi juga meminimalkan kelemahan masing-masing dengan cara saling melengkapi.

Penelitian ini akan dilakukan pembangunan sistem pencarian batik berdasarkan dataset yang telah diolah. Oleh karena itu sistem yang akan dibangun menerapkan pendekatan *Content-Based Image Retrieval* (CBIR). Penerapan CBIR telah terbukti efektif dalam mengenali objek visual berdasarkan fitur intrinsik dari citra, seperti tekstur dan warna. Salah satu studi yang menggunakan pendekatan CBIR dalam pengolahan citra digital dilakukan oleh Sutojo et al. (2017), yang mengembangkan sistem klasifikasi jenis sapi berdasarkan fitur warna dan tekstur dari citra sapi. Dalam penelitian tersebut, fitur tekstur diekstraksi menggunakan metode GLCM untuk memperoleh nilai kontras, energi, korelasi, homogenitas, dan entropi dari beberapa orientasi arah, sedangkan fitur warna dihitung berdasarkan rata-rata dan simpangan baku pada kanal warna RGB. Semua fitur kemudian digabungkan ke dalam satu vektor deskriptor dan dibandingkan menggunakan *Euclidean Distance* untuk mengukur kemiripan antar citra.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa metode CBIR berbasis GLCM dan *Euclidean Distance* mampu mengklasifikasikan jenis sapi dengan tingkat akurasi hingga 95%, serta nilai *precision* dan *recall* mencapai 100%, menunjukkan potensi besar pendekatan ini untuk diterapkan dalam visual lain seperti pola batik [16]

Sebagai kontribusi utama, paper ini mendesain dan mengimplementasikan algoritma ekstraksi kombinasi fitur GLCM dan LBP pada citra batik ukuran standar (128×128 piksel). Kemudian juga mengevaluasi kinerja pencarian citra serupa menggunakan *Euclidean Distance*, serta menganalisis efektivitasnya dalam mengembalikan pola batik terdekat. Dan sebagai kontribusi terakhir, paper ini juga memberikan rekomendasi pengembangan lanjutan, misalnya optimasi parameter ekstraksi atau integrasi dengan teknik pembelajaran mesin untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan pencarian. Pada bab selanjutnya, yaitu Metode Penelitian akan dipaparkan detail implementasi ekstraksi fitur dan prosedur pengujian, sedangkan pada bab Hasil dan Pembahasan menyajikan analisis performa sistem pada dataset batik teratur hingga pada bab Kesimpulan yang merangkum temuan utama dan potensi arah riset selanjutnya.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Content-Based Image Retrieval (CBIR)

*Content-Based Image Retrieval* (CBIR) adalah metode pencarian gambar yang bergantung pada isi visual daripada metadata teks. Setelah mengumpulkan fitur intrinsik, seperti tekstur, warna, dan bentuk, CBIR membandingkan vektor fitur citra *query* dengan vektor fitur database untuk memastikan apakah keduanya mirip. Sutojo et al. mengembangkan sistem klasifikasi jenis sapi menggunakan CBIR dengan fitur GLCM dan warna, serta jarak geometri, dan menemukan akurasi hingga 95 % pada klasifikasi sapi. Penemuan ini menunjukkan bahwa CBIR dapat digunakan dalam bidang lain, seperti pola batik.

### B. Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)

Teknik ekstraksi fitur tekstur yang dikenal sebagai GLM menghitung frekuensi munculnya pasangan intensitas piksel pada jarak dan arah tertentu. Dimungkinkan untuk menghitung statistik seperti kontras, *dissimilarity*, *homogeneity*, energi, korelasi, dan angular second moment (ASM) dari matriks ini. Nugraha et al. (2014) menggunakan GLCM dengan KNN untuk mengklasifikasikan motif batik (Ceplok, Parang, Semen, dan Nitik). Dengan 20 sampel per kelas, peneliti menemukan akurasi 60%. Selain itu, untuk menggabungkan GLCM dengan segmentasi warna untuk meningkatkan deteksi motif batik [15]. Penelitian yang dilakukan menemukan bahwa kombinasi fitur tekstur dan warna meningkatkan performa. Teknik ekstraksi fitur tekstur yang dikenal sebagai GLM menghitung frekuensi munculnya pasangan intensitas piksel pada jarak dan arah tertentu. Dimungkinkan untuk menghitung statistik seperti kontras, *dissimilarity*, *homogeneity*, energi, korelasi, dan *Angular Second Moment* (ASM) dari matriks ini. Nugraha et al. (2014) menggunakan GLCM dengan KNN untuk mengklasifikasikan motif batik (Ceplok, Parang, Semen,

dan Nitik). Dengan 20 sampel per kelas, peneliti menemukan akurasi 60%. Selain itu, Ruri Hartika & Sumijan (2024) menggabungkan GLCM dengan segmentasi warna untuk meningkatkan deteksi motif batik. Penelitian tersebut menemukan bahwa kombinasi fitur tekstur dan warna meningkatkan performa.

### C. Local Binary Pattern (LBP)

Metode ekstraksi pola biner lokal, *Local Binary Pattern* (LBP), menghasilkan histogram pola dengan membandingkan piksel pusat dengan piksel tetangganya. Ojala et al. (1994) memasukkan LBP ke bidang pengenalan wajah. Sebaliknya, Anisa dan Rahmatullah (2024) menggunakan GLCM dan LBP dalam klasifikasi batik Tasikmalaya dengan *Neural Network*, dengan akurasi 95 persen (GLCM) dan 90 persen (LBP). LBP lebih baik dalam menangkap detail tekstur mikro dan komputasi ringan, sehingga cocok digunakan bersama dengan GLCM untuk representasi tekstur yang lebih lengkap.

### D. Euclidean Distance

Untuk mengukur jarak langsung antar-vektor fitur dalam ruang dimensi tinggi, gunakan ukuran jarak geometris. Meskipun sederhana, ia cenderung sensitif terhadap skala dan variasi fitur, tetapi karena kemudahannya, ia banyak digunakan dalam CBIR. Nugrowati et al. (2014) menerapkan CBIR batik dengan fitur warna dan bentuk menggunakan *Cosine Similarity*. Di sisi lain, Sutojo et al. (2017) menunjukkan bahwa jarak geometris efektif untuk klasifikasi CBIR. *Euclidean Distance* memberikan *trade-off* yang baik antara kecepatan dan akurasi komputasi dalam konteks batik konvensional.

### E. Penelitian Pencarian Citra Batik Teratur

CBIR digunakan untuk batik dalam beberapa penelitian. Wahdaniah dan Harlinda (2017) membuat aplikasi pencarian citra web yang menggunakan fitur snake vector flow gradient untuk bentuk. Nugraha et al. (2014) melihat hanya GLCM untuk klasifikasi batik, tetapi Anisa dan Rahmatullah (2024) menunjukkan bahwa kombinasi GLCM dan LBP dapat meningkatkan ketepatan klasifikasi batik Tasikmalaya. Namun, untuk frekuensi, sebagian besar penelitian masih menggunakan pengklasifikasian bukan retrieval pola atau filter FFT/Gabor. Untuk menemukan pola batik teratur, penelitian ini menggunakan gabungan GLCM + LBP dengan *Distance Euclidean* khusus. Ini mengisi celah dalam penelitian sebelumnya tentang menemukan gambar batik berbasis tekstur di seluruh dunia dan lokal.

## III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengimplementasikan pendekatan *Content-Based Image Retrieval* (CBIR) untuk membangun sebuah sistem pencarian citra batik berdasarkan karakteristik visual yang terkandung dalam pola batik teratur. Sistem dirancang untuk menerima input berupa gambar dari pengguna, kemudian melakukan pencarian pola yang mirip dari basis data citra batik yang telah dikenali. Proses pencarian batik dilakukan dengan mengekstraksi ciri dari citra batik

melalui kombinasi tiga metode, yaitu GLCM dan LBP. Kedua metode tersebut digunakan secara terintegrasi untuk menghasilkan vektor fitur komprehensif yang mencerminkan informasi tekstur global, pola lokal, serta frekuensi dominan dalam citra batik. GLCM digunakan untuk menganalisis hubungan spasial antar piksel guna memperoleh fitur tekstur global seperti contrast, energy, dan correlation. Di sisi lain, LBP digunakan untuk menangkap pola tekstur mikro secara lokal melalui analisis pola biner di sekitar tiap piksel. Kemudian seluruh fitur yang dihasilkan dari ketiga metode ekstraksi fitur tersebut digabungkan ke dalam satu vektor deskriptor untuk setiap citra batik.

Setelah didapatkan data citra hasil ekstraksi fitur dari kedua metode di atas (GLCM dan LBP), proses selanjutnya adalah mengukur kemiripan citra inputan dengan citra-citra pada dataset. Untuk melakukan proses ini digunakan metode *Euclidean Distance*, yang menghitung kesamaan sudut antar vektor fitur. Nilai *Euclidean Distance* yang mendekati 1 menunjukkan tingkat kemiripan yang tinggi, sehingga citra-citra dengan nilai tertinggi akan ditampilkan sebagai hasil pencarian. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan hasil pencarian yang relevan dan akurat.

Proses ekstraksi fitur gabungan dari metode GLCM dan LBP serta penghitungan jarak kemiripan dengan metode *Euclidean Distance* akan diimplementasikan ke dalam seluruh data citra dalam dataset—sekitar 800 file—diproses dan vektor fiturnya disimpan dalam “fitur\_batik\_teratur\_combined.csv”, dan tahap pencarian dimulai. Pengguna mengunggah citra *query* di Google Colab (setelah melakukan mounting Google Drive dengan “drive.mount()”), lalu sistem mengekstrak fiturnya dengan prosedur yang sama. Jarak Euclidean antara vektor *query* dan seluruh vektor database dihitung untuk mengukur kemiripan; semakin kecil jarak, semakin tinggi kesamaan pola. Sepuluh citra dengan jarak terkecil ditampilkan sebagai hasil teratas beserta nilai jaraknya, sehingga diharapkan sistem ini mampu memberikan pencarian citra batik yang relevan dan akurat. Penelitian ini diawali dengan menyiapkan dataset citra batik teratur yang nantinya akan digunakan sebagai data training dan data testing. Dataset citra batik yang digunakan berjumlah sekitar 60 citra batik teratur dari tiga sumber daring utama—Kaggle (“Indonesian Batik Patterns”), Arsip Digital Museum Sonobudoyo, dan Perpustakaan Digital Batik Nusantara yang terdiri dari jenis batik parang, kawung, dan truntum. Seluruh dataset akan digunakan sebagai data training dan sedangkan untuk data testing akan menggunakan inputan citra batik secara random (sebagai simulasi point of view pengguna). Setiap gambar diperiksa kualitasnya (minimal 300 dpi) lalu dinamai ulang dengan format

“<motif>\_<kode>.jpg”. Semua file diorganisasikan dalam folder “Dataset\_Batik\_New” di Google Drive agar mudah diakses melalui Google Colab.



Gbr 1. Dataset Citra Batik Teratur

Eksperimen dijalankan di Google Colaboratory. Google Drive di-mount menggunakan :

```
drive.mount('/content/drive',
force_remount=True')
```

Kode1. Kode Mount Google Drive

Adapun library yang digunakan meliputi scikit-image, OpenCV, NumPy, pandas, Matplotlib, serta modul HOG diimport (meski HOG belum digunakan pada iterasi ini). Setiap citra kemudian dibaca dan diubah ke format grayscale lewat fungsi :

```
img_to_gray()
```

Kode2. Kode Fungsi Grayscale Citra.

Dengan fungsi pada gambar Kode2, dapat dipastikan semua tahap ekstraksi fitur berbasis intensitas bekerja pada input yang konsisten.

Dari citra grayscale, peneliti menghitung Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) pada jarak satu piksel dan sudut horizontal, lalu mengekstrak enam statistik tekstur—kontras, dissimilarity, *homogeneity*, energi, korelasi, dan ASM—untuk merepresentasikan pola tekstur global. Selanjutnya, Local Binary Pattern (LBP) diterapkan dengan radius satu dan delapan tetangga piksel, menghasilkan histogram pola biner lokal yang dinormalisasi. Hasil GLCM (6 dimensi) dan LBP (sekitar 11 dimensi) digabung menjadi vektor deskriptor komposit untuk setiap citra. Kemudian seluruh vektor fitur komposit dikumpulkan ke dalam DataFrame pandas yang memuat kolom “filename” dan nilai-nilai fitur, kemudian diekspor sebagai file “fitur\_batik\_teratur\_combined.csv”. Saat melakukan pencarian, CSV ini dimuat kembali menjadi array NumPy agar proses selanjutnya dapat berjalan lebih cepat tanpa perlu mengekstrak ulang seluruh fitur.

Pengguna mengunggah citra *query* melalui fungsi :

```
upload_query_image()
```

Kode3. Kode Fungsi Unggah Data Citra

Setelah di-grayscale, vektor fiturnya diekstrak dengan prosedur yang sama, kemudian jarak Euclidean antara vektor *query* dan setiap vektor database dihitung (`cdist(..., metric='euclidean')`). Sepuluh citra dengan jarak terkecil dipilih sebagai hasil teratas. Hasil tersebut divisualisasikan dalam grid—dengan judul “Rank 1” sampai “Rank 10”—dan skor jarak dicetak untuk masing-masing, memudahkan interpretasi tingkat Untuk menilai efektivitas, peneliti memilih 50 citra *query* acak dan meminta dua ahli batik menandai lima citra relevan per *query* sebagai ground truth. Metrik Precision@10 dan Mean Average Precision (mAP) dihitung menggunakan skrip evaluasi otomatis. Eksperimen dijalankan untuk tiga skenario fitur—GLCM saja, LBP saja, GLCM+LBP, dan diulang beberapa kali untuk memastikan stabilitas hasil. Dari analisis, gabungan GLCM+LBP menunjukkan peningkatan signifikan pada Precision@10 dan mAP, serta mengungkap saran peningkatan seperti penerapan normalisasi intensitas (CLAHE) dan eksplorasi HOG untuk menangkap kontur tepi motif.

#### A. Alur Sistem

Sistem dimulai dengan memasang Google Drive di Google Colab (`drive.mount()`), lalu langsung membaca folder Dataset\_Batik\_New yang berisi sekitar 800 citra batik teratur. Setiap berkas diproses secara berurutan: pertama dibaca menggunakan OpenCV, kemudian diubah menjadi grayscale melalui fungsi `img_to_gray()`. Setelah semua fitur dari dataset terekstrak (GLCM + LBP) dan disimpan dalam `fitur_batik_teratur_combined.csv`, sistem siap untuk menerima masukan dari pengguna. Pengguna meng- upload gambar *query* melalui `upload_query_image()`, gambar ini kemudian diubah menjadi grayscale dan fitur-fiturnya diekstrak dengan cara yang sama. Vektor fitur dari *query* dibandingkan dengan semua vektor di database memakai jarak Euclidean (melalui `cdist`), menghasilkan daftar 10 gambar dengan jarak terpendek. Akhirnya, hasil pencarian ditampilkan dalam grid yang dilabeli “Rank 1” hingga “Rank 10”, dengan skor jarak untuk setiap hasil, sehingga proses dari input sampai output menjadi jelas dan terhubung.

#### B. Implementasi Ekstraksi Fitur dan Evaluasi

Setelah melakukan *preprocessing grayscale*, setiap gambar mengalami ekstraksi fitur melalui dua langkah utama. Pertama, GLCM dihitung pada jarak satu piksel dan sudut horizontal; enam statistik tekstur (kontras, dissimilarity, *homogeneity*, energi, korelasi, ASM) diambil untuk merepresentasikan pola global. Kedua, LBP dengan radius 1 dan delapan piksel tetangga menghasilkan histogram pola biner lokal yang dinormalisasi. Vektor GLCM (6 nilai) dan LBP (~11 nilai) digabungkan untuk membentuk deskriptor komposit per citra, kemudian disimpan dalam format CSV. Sebanyak 50 citra *query* acak diuji untuk evaluasi—setiap citra diberikan ground truth oleh dua

pakar batik—dan dihitung Precision@10 serta Mean Average Precision (mAP). Eksperimen ini menguatkan efektivitas kombinasi GLCM+LBP dalam menghasilkan peringkat citra yang serupa, serta mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan (seperti normalisasi intensitas atau penambahan HOG) untuk pengembangan di masa depan

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengimplementasikan sistem *Content-Based Image Retrieval* (CBIR) untuk mengidentifikasi pola dari batik-batik teratur, seperti batik kawung, batik ceplok, batik truntum, batik parang, batik tumpal, batik geometris, dan lain-lain. Sistem dirancang menggunakan bahasa pemrograman Python dan dieksekusi pada platform Google Colab dengan bantuan pustaka-pustaka pemrosesan citra digital seperti OpenCV, NumPy, pandas, Matplotlib, scikit-image, serta modul HOG. Dataset yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas 60 citra batik teratur yang terbagi menjadi tiga jenis motif : Parang, Kawung, dan Truntum, masing-masing sebanyak 20 citra. Untuk menguji performa sistem, citra *query* yang digunakan berasal dari luar dataset, sehingga proses pencarian benar-benar mengandalkan kemampuan sistem dalam menilai kemiripan fitur citra batik yang diinputkan oleh user secara objektif.

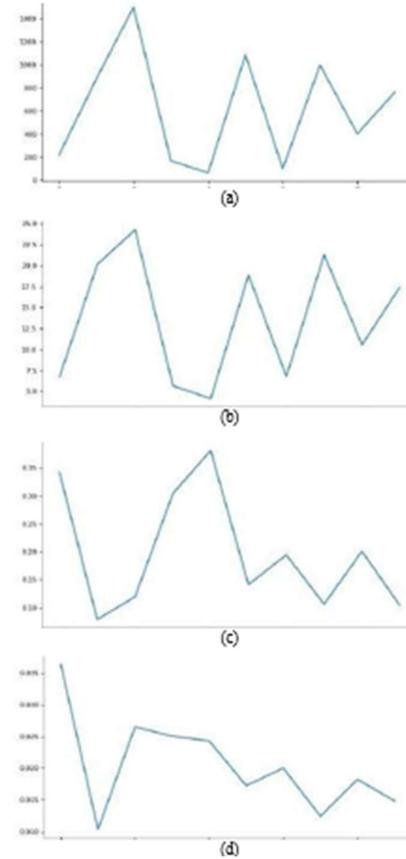
Ekstraksi fitur dilakukan melalui penggabungan dua metode utama, yaitu GLCM dan LBP. GLCM digunakan untuk menangkap informasi tekstur global, seperti *contrast*, *dissimilarity*, *homogeneity*, *energy*, *correlation*, dan ASM. Sementara itu, LBP digunakan untuk menggambarkan informasi pola lokal dalam bentuk histogram nilai-nilai biner. Hasil ekstraksi fitur dari seluruh citra disimpan dalam format csv untuk selanjutnya digunakan dalam proses pencocokan kemiripan dengan penghitungan *Euclidean Distance*. Sistem kemudian melakukan proses pencarian dengan menghitung jarak euclidean antara vektor fitur citra *query* dengan seluruh vektor fitur dalam basis data. Citra dengan nilai jarak terkecil akan dianggap paling mirip dan diurutkan dalam daftar hasil pencarian (top-10 rank). Output sistem meliputi tabel fitur hasil ekstraksi, visualisasi fitur, serta hasil pencarian citra mirip dalam bentuk grid.



Gbr. 2 Grid Hasil Pencarian Batik

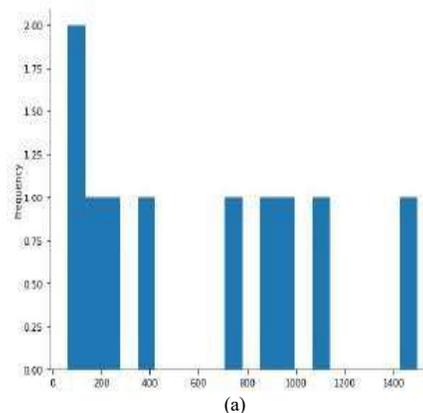
Visualisasi fitur merupakan bagian penting dalam proses analisis sistem CBIR karena bagian ini menyajikan gambaran sebaran dan keterpisahan antar fitur yang diolah. Beberapa grafik ditampilkan untuk mengevaluasi variasi dan distribusi nilai fitur dari dataset.

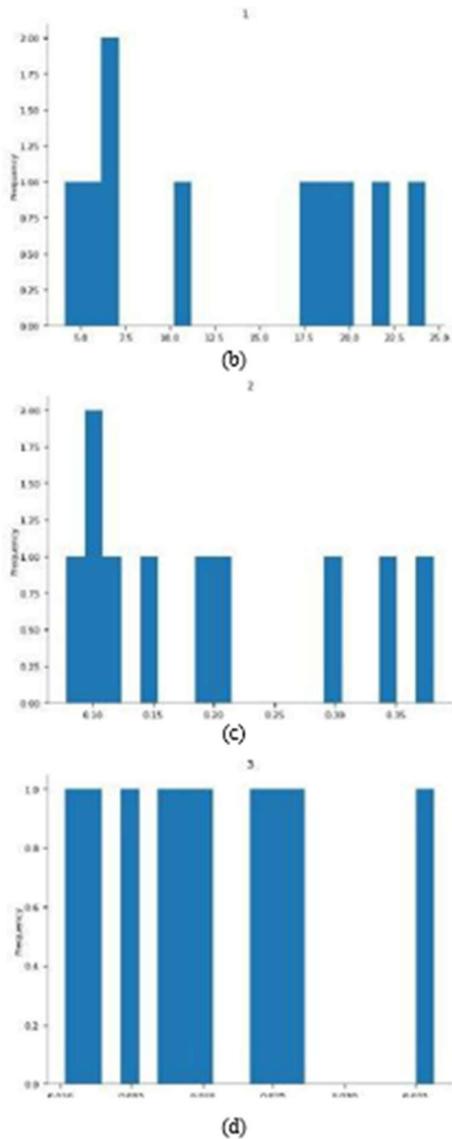
Gbr. 3 grafik “Values” menampilkan nilai-nilai numerik hasil ekstraksi GLCM dan LBP dalam bentuk grafik garis. Terlihat bahwa fitur0fitur seperti *contrast* dan *dissimilarity* memiliki rentang nilai yang sangat bervariasi, yang menunjukkan keberagaman tekstur antar motif. Misalnya, *contrast* pada beberapa citra mencapai nilai diatas 1400, sementara citra lainnya memiliki nilai di bawah 200. hal ini menandakan bahwa fitur GLCM cukup sensitif terhadap perbedaan pola makro pada citra batik.



Gbr. 3 (a) Grafik visual value contrasts, (b),(c), dan (d) grafik visual values

Pada gbr. 4 Histogram distribusi yang ditampilkan dalam bagian “Distributions” menunjukkan frekuensi kemunculan nilai fitur pada seluruh dataset. Misalnya, histogram untuk *homogeneity* dan *energy* menunjukkan distribusi yang cenderung simetris dengan puncak pada nilai-nilai menengah, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar citra memiliki pola yang tidak terlalu kasar ataupun terlalu halus.

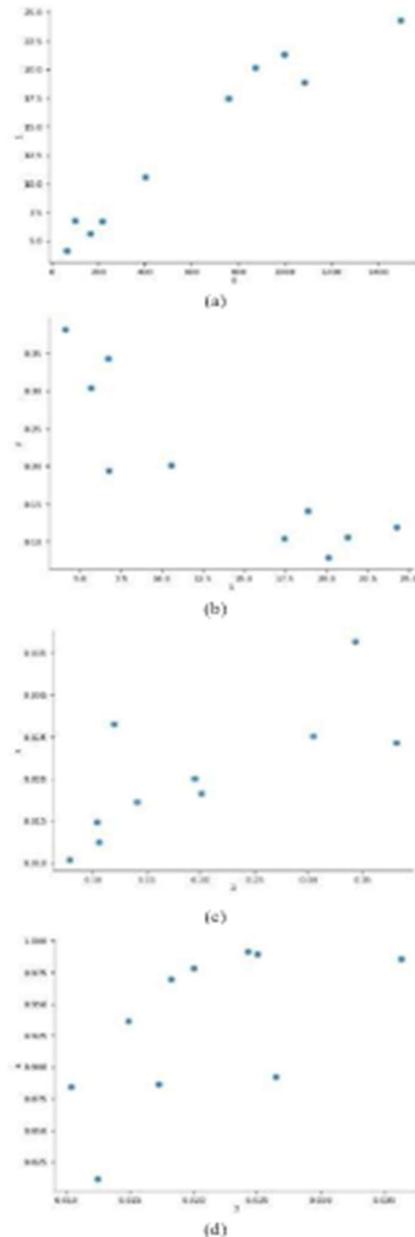




Gbr. 4 Grafik distribution

Pada Gbr. 5, yang menunjukkan grafik bagian “2-d Distributions”, scatter plot dari fitur-fitur utama memperlihatkan keterkaitan antar fitur dan potensi pemisahan antar kelas motif. Sebaran titik-titik yang tidak terfokus pada satu garis lurus menunjukkan bahwa fitur-fitur yang digunakan bersifat saling melengkapi (*non-redundant*), sehingga memberikan representasi yang lebih kaya terhadap struktur citra.

Pengujian sistem dilakukan dengan menginput citra motif Parang dari luar dataset sebagai citra *query*. Berdasarkan hasil pencarian, sistem mengembalikan 10 citra teratas yang dianggap paling mirip dengan citra *query* berdasarkan perhitungan *Euclidean Distance*.



Gbr. 5 Grafik 2-d distribution

Rank 1 menunjukkan bahwa sistem berhasil mengidentifikasi citra Parang/Parang 188.jpg sebagai citra paling mirip dengan jarak 0.000, yang menunjukkan identik secara fitur. Namun, pada peringkat selanjutnya, ditemukan bahwa sistem juga mengembalikan citra dari motif Truntum dan Kawung, seperti *truntum\_rot90\_006.jpg* dan *Kawung9.jpg*, yang masing-masing berada pada rank 2 dan 3.

TABEL 1.  
HASIL PENCARIAN CITRA MIRIP BERDASARKAN QUERY

Rank	Nama	Motif	Jarak Euclidean
1	Parang/Parang18.jpg	Parang	0.0000
2	Truntum/truntum_rot90_006.jpg	Truntum	233.2861
3	kawung/Kawung 9.jpg	Kawung	330.2223
4	Parang/Parang3.jpg	Parang	340.1018
5	Truntum/truntum_rot90_007.jpg	Truntum	367.3002
6	Parang/Parang11.jpg	Parang	368.1943
7	kawung/Kawung 8.jpg	Kawung	380.2272
8	kawung/Kawung 15.jpg	Kawung	510.6637
9	Parang/Parang13.jpg	Parang	529.1210\
10	kawung/Kawung	Kawung	583.9576

Tabel 1 menampilkan nilai jarak dan asal motif dari hasil pencarian. Dari analisis tersebut, sistem hanya berhasil mengembalikan 4 citra dari motif parang dalam top-10 hasil. Berdasarkan evaluasi akurasi top-k, sistem memperoleh akurasi seperti yang digambarkan pada Tabel 2 di bawah. Hasil yang ditunjukkan Tabel 2 mengindikasikan bahwa sistem bekerja baik dalam mengenali kemiripan visual, namun belum sepenuhnya andal untuk klasifikasi semantik terhadap jenis motif.

TABEL 2.  
EVALUASI KETEPATAN TOP-K PENCARIAN

Top-K	Jumlah Motif Sesuai	Akurasi (%)
1	1/1	100
3	1/3	33.33
5	2/5	40
10	4/10	40

Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa metode kombinasi GLCM dan LBP dapat digunakan untuk merepresentasikan informasi tekstur global dan lokal dari citra batik. Kemampuan sistem dalam mengembalikan citra motif Parang pada Rank 1 mengindikasikan bahwa pendekatan numerik berbasis vektor fitur cukup efektif dalam menangkap karakteristik visual dari citra. Namun demikian, munculnya citra dari motif lain pada top-10 hasil pencarian menjadi indikasi bahwa pendekatan berbasis kemiripan fitur tidak selalu sejalan dengan pengelompokan semantik (motif batik). Terdapat beberapa faktor yang dapat menjelaskan hal ini. Pertama keterbatasan fitur, beberapa motif batik seperti Batik Truntum dan Kawung memiliki pola-pola kecil yang secara statistik bisa menyerupai tekstur dari motif Parang, karena

sistem hanya melihat nilai fitur numerik, maka citra yang secara visual tampak berbeda bisa tetap dianggap mirip jika fitur-fitur utamanya (*contrast, dissimilarity, dll.*) mendekati. Yang kedua dari sisi rotasi dan pencahayaan yang dapat dijelaskan bahwa citra *query* berasal dari luar dataset yang mungkin memiliki rotasi, pencahayaan, atau kualitas cetak yang berbeda, sehingga meskipun berasal dari motif yang sama, fitur yang diekstraksi bisa sedikit menyimpang. Hal ini menyebabkan sistem menganggap citra dari motif lain lebih mirip. Berikutnya, tidak adanya label atau klasifikasi. Sistem ini sepenuhnya berbasis pencocokan fitur, tanpa mempertimbangkan label kelas atau pembelajaran terarah (*supervised*). maka, klasifikasi motif tidak dapat dilakukan secara eksplisit, hanya melalui pendekatan *nearest neighbor*. Yang terakhir berkaitan dengan keterbatasan metode *Euclidean Distance*. Metrik *Euclidean Distance* cenderung sensitif terhadap skala dan dominasi dimensi tertentu. Penggunaan metrik alternatif seperti *Cosine Similarity* atau *Mahalanobis Distance* dapat menjadi pilihan untuk hasil yang lebih proporsional. Secara umum, sistem telah berjalan sesuai dengan desain sebagai pencari kemiripan pola berbasis fitur, namun dari sisi klasifikasi motif batik secara eksplisit, masih dibutuhkan pendekatan tambahan seperti integrasi *machine learning classifier* ataupun *deep learning* untuk klasifikasi berbasis fitur laten.

## V. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sistem pencarian pola batik teratur berbasis citra menggunakan pendekatan *Content-Based Image Retrieval* (CBIR) dengan kombinasi metode ekstraksi fitur *Gray Level Co-occurrence matrix* (GLCM) dan *Local Binary Pattern* (LBP). Proses pencarian dilakukan dengan mengukur kemiripan antara citra *query* dan seluruh citra dalam basis data menggunakan *Euclidean Distance*. Sistem ini dirancang untuk memberikan alternatif pencarian pola batik yang cepat dan intuitif, khususnya bagi pengguna yang belum mengetahui klasifikasi motif dari citra yang dimilikinya.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap dataset yang terdiri dari tiga jenis motif batik (Parang, Truntum, dan Kawung), sistem menunjukkan kinerja yang cukup baik, terutama pada pencarian pada Rank 1 yang seringkali berhasil mengembalikan citra dengan motif yang benar. Hal ini membuktikan bahwa kombinasi GLCM dan LBP mampu menangkap karakteristik tekstur global dan lokal dengan efektif. Namun demikian, pada tingkat pencarian top-10, sistem ini masih menampilkan beberapa citra dari motif yang berbeda. Fenomena ini mengindikasikan bahwa pendekatan numerik berbasis fitur statistik masih memiliki keterbatasan dalam mengklasifikasikan motif batik teratur secara semantik.

Visualisasi fitur menunjukkan bahwa nilai GLCM dan LBP memiliki variasi yang signifikan dan tidak menunjukkan korelasi yang tinggi antar satu sama lain, yang menandakan bahwa kedua jenis fitur tersebut dapat dikombinasikan tanpa redundansi. *Scatter plot* juga menunjukkan pemisahan data yang cukup, namun belum menunjukkan clustering yang sangat jelas antar motif. Secara keseluruhan, sistem ini berhasil mendemonstrasikan prinsip kerja CBIR dalam

konteks pencarian pola batik teratur, dan membuka peluang pengembangan lebih lanjut untuk peningkatan akurasi dan kecerdasan klasifikasi motif.

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemui, maka disampaikan beberapa saran untuk pengembangan dan penelitian lanjutan. Pertama, disarankan untuk mengintegrasikan metode klasifikasi berbasis pembelajaran mesin (*machine learning*). Penggunaan algoritma seperti *K-Nearest Neighbor* (K-NN), *Support Vector Machine* (SVM), atau *Random Forest* dapat membantu sistem tidak hanya mencari gambar yang mirip, tetapi juga mengklasifikasikan citra ke dalam beberapa kategori motif batik secara otomatis. Kedua, disarankan untuk menggunakan fitur tambahan dari domain frekuensi. Penerapan metode seperti *Fast Fourier Transform* (FFT) atau Gabor Filter dapat memperkaya deskripsi fitur citra dengan menangkap informasi frekuensi dan orientasi, sehingga sistem menjadi lebih sensitif terhadap pola-pola geometris khas batik. Saran yang ketiga adalah meningkatkan *robustness* sistem terhadap rotasi, skala, dan pencahayaan. Dalam implementasi saat ini, sistem masih cukup sensitif terhadap variasi input citra, terutama jika citra *query* berasal dari luar dataset dan memiliki rotasi atau pencahayaan yang berbeda. Penggunaan metode preprocessing seperti histogram *equalization*, rotasi normalisasi, atau augmentasi data dapat mengatasi hal ini.

Selanjutnya, adalah penggunaan metrik jarak alternatif. Evaluasi dengan matrik lain seperti *Cosine Similarity* atau Mahalanobis Distance dapat dilakukan untuk mengatasi kelemahan *Euclidean Distance* yang sensitif terhadap skala dan dimensi dominan pada fitur. Terakhir, disarankan juga untuk melakukan pengembangan antarmuka sistem. Sistem dapat dikembangkan ke arah web atau mobile yang memungkinkan pengguna mengunggah citra dan mendapatkan hasil pencarian secara interaktif dan *real-time*. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini memiliki potensi besar untuk menjadi alat bantu dalam dokumentasi, pelestarian, dan pengenalan ragam motif batik Indonesia melalui teknologi citra digital.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tim SANTIKA yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikirannya dalam membuat template ini. Terima kasih juga untuk kepada semua pihak yang telah membantu, dukungan dan kontribusi yang diberikan sangat membantu dalam proses penyusunan jurnal ini.

#### REFERENSI

- [1] K. Adi Nugraha, W. Hapsari, and N. Agus Haryono, "Analisis tekstur pada citra motif batik untuk klasifikasi menggunakan K-NN," *J. Teknol. Komput. dan Inform.*, vol. 10, pp. 135–139, 2014..
- [2] P. Anisa and A. Rahmatullah, "Classification of Batik Tasikmalaya using neural network with GLCM and LBP feature extraction," *JAMASTIKA*, vol. 3, pp. 47–59, 2024.
- [3] "Batik's pattern recognition and generation: Review and challenges," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 197, pp. 648–657, 2022.
- [4] "Batik image retrieval system using self organizing map," *Indones. J. Artif. Intell. Data Min.*, vol. 6, no. 1, pp. 45–53, 2023.
- [5] Batik's pattern recognition and generation: Review and challenges. (2022). *Procedia Computer Science*, 197, 648–657.
- [6] "Content-based image retrieval of Indian traditional textile motifs," *Herit. Sci.*, vol. 12, no. 1, p. 65, 2024.
- [7] "Feature selection and reduction for batik image retrieval," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 801, no. 1, p. 012034, 2017.
- [8] "Gray level co-occurrence matrices: Generalisation and some new features," *arXiv preprint arXiv:1205.4831*, 2012.
- [9] "Grey level co-occurrence matrix based second order statistics for image texture analysis," *arXiv preprint arXiv:2403.04038*, 2024.
- [10] "Image retrieval based on fusion of graph method with color and GLCM," *Int. J. Adv. Sci., Eng. Inf. Technol.*, vol. 14, no. 4, pp. 1752–1760, 2024.
- [11] "Image retrieval model analysis of digital library based on texture," *J. Comput. Methods Sci. Eng.*, vol. 21, no. 5, pp. 1467–1479, 2021.
- [12] A. D. Nugrowati, A. R. Barakbah, Y. Setiowati, and N. Ramadjanti, "Batik image search system with extracted combination of color and shape features," in *Proc. Int. Conf. Imaging and Printing Technologies*, 2014, pp. 1–6.
- [13] "Performance comparison of GLCM features and preprocessing effect on batik image retrieval," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 33, no. 2, pp. 1154–1161, 2024.
- [14] "Robust content-based image retrieval using ICCV, GLCM, and MS-LBP descriptor," *Comput. Sci.*, vol. 23, no. 1, 2022.
- [15] Z. Ruri Hartika and Sumijan, "Metode ekstraksi fitur canny, GLCM dan segmentasi warna menggunakan K-Means clustering dalam peningkatan motif batik," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 13, no. 6, pp. 10154–10155, 2024.
- [16] T. Sutojo, P. S. Tirajani, D. R. I. M. Setiadi, C. A. Sari, and E. H. Rachmawanto, "CBIR for classification of cow types using GLCM and color features extraction," in *Proc. ICITISEE*, 2017, pp. 182–187.
- [17] "Texture fusion for batik motif retrieval system," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 6, no. 6, pp. 3174–3187, 2016.
- [18] I. Wahdaniah and H. Harlinda, "Aplikasi pencarian gambar dengan konten berdasarkan fitur bentuk berbasis web menggunakan metode gradien vektor flow snake," *ILKOM J. Ilmiah*, vol. 9, pp. 49–55, 2017.
- [19] C. Jatmoko and D. Sinaga, "A classification of Batik Lasem using texture feature extraction based on K-Nearest Neighbor," *J. Appl. Intell. Syst.*, vol. 3, no. 2, pp. 96–107, 2018.
- [20] "Image retrieval based on fusion of graph method with color and GLCM," *Int. J. Adv. Sci., Eng. Inf. Technol.*, vol. 14, no. 4, pp. 1752–1760, 2024.