

KLASIFIKASI BATIK DI JAWA TIMUR BERDASARKAN ANALISIS DIMENSI FRAKTAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE BOX COUNTING

Wardah Hidayatillah

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia.

e-mail: wardahhidayatillah@mhs.unesa.ac.id

Muhammad Jakfar

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia.

Penulis Korespondensi: muhammadjakfar@unesa.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengklasifikasikan batik dari Jawa Timur berdasarkan nilai dimensi fraktalnya dengan menggunakan metode *box counting*. Metode *box counting* atau metode penghitungan kotak adalah prosedur penghitungan dimensi fraktal untuk obyek yang kompleks. Metode ini sangat efektif digunakan untuk menghitung dimensi fraktal pada obyek dengan bentuk yang tidak beraturan. Sehingga metode ini cocok dalam menghitung dimensi fraktal pada batik yang memiliki bentuk tidak beraturan. Penelitian dilakukan dengan menentukan nilai dimensi fraktal pada setiap jenis motif batik dari Jawa Timur yang telah ditentukan. Proses menentukan dan menganalisis dimensi fraktal pada batik dilakukan dengan cara mengolah citra batik terlebih dahulu dengan proses utamanya yaitu proses biner (*binary process*) untuk menghasilkan gambar biner yang hanya memiliki warna hitam dan putih. Hasil gambar dari proses biner yang kemudian dihitung nilai dimensi fraktalnya dengan menggunakan metode *box counting*, dengan menghitung daerah hitam pada gambar yang telah diolah citranya tersebut. Selanjutnya berdasarkan dari hasil nilai dimensi fraktalnya akan diklasifikasikan nilai dimensinya dengan algoritma tetangga terdekat atau *k-Nearest Neighbour* (*k-NN*). Dengan menggunakan algoritma *k-Nearest Neighbour* akan ditunjukkan pada klasifikasinya, bagaimana sebuah motif batik dapat menggambarkan satu atau lebih kelompok. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi dengan menunjukkan bahwa satu motif batik dapat mewakili satu atau lebih kelompok tanpa harus menunjukkan semua motif.

Kata Kunci: batik, dimensi fraktal, *k-Nearest Neighbour*, *box counting*.

Abstract

The purpose of this study was to classify batik from East Java based on the value of its fractal dimension using the box counting method. Box counting method or box counting method is a procedure for calculating fractal dimensions for complex objects. This method is very effectively used to calculate the fractal dimensions of objects with irregular shapes. So this method is suitable in calculating the fractal dimensions of batik which has an irregular shape. The research was conducted by determining the value of the fractal dimension on each type of batik motif from East Java that had been determined. The process of determining and analyzing the fractal dimensions of batik is done by processing the batik image first with the main process, namely the binary process to produce a binary image that only has black and white colors. The image results from the binary process are calculated for the fractal dimension value using the box counting method, which calculates the black area in the image that has been processed. Furthermore, based on the results of the fractal dimension values, the dimension values will be classified using the nearest neighbor algorithm or *k-Nearest Neighbor* (*k-NN*). By using the *k-Nearest Neighbor* algorithm, it will be shown in its classification how a batik motif can describe one or more groups. So that it can increase efficiency by showing that one batik motif can represent one or more groups without having to show all the motifs.

Keywords: batik, fractal dimension, *k-Nearest Neighbour*, *box counting*.

PENDAHULUAN

Batik telah menjadi identitas yang khas bagi Indonesia, karena batik sendiri berasal dari

Indonesia, khususnya berasal dari Jawa, sebuah warisan budaya yang harus dilestarikan. Batik dikenal karena keindahan motifnya yang beragam dan juga memiliki banyak filosofi di dalamnya.

Setiap daerah memiliki ciri khasnya sendiri dipengaruhi bagaimana kondisi alam, daerah, kebudayaan, serta adat istiadat masyarakat setempat. Banyak sekali macam-macam motif batik yang ada di Jawa, salah satunya yaitu Jawa Timur.

Perkembangan batik di Jawa Timur tidak lepas atau bermula dari kerajaan Majapahit, sebagai kerajaan besar yang dalam sejarah berada di Jawa Timur dan pernah menguasai banyak wilayah. Selain itu juga dipengaruhi oleh persebaran Islam di Jawa Timur, sehingga banyak yang mengatakan motif-motif pada batik Jawa Timur dipengaruhi oleh luar atau budaya asing. Ciri khas dari batik Jawa Timur adalah motifnya yang bebas dan sederhana.



Gambar 1. Batik Gajah Oling dari Banyuwangi, Jawa Timur
(Sumber: kikomunal-indonesia.dgip.go.id)

Dalam perkembangannya, fraktal kini dapat diterapkan ke dalam batik, terutama batik yang memiliki bentuk geometri pada motifnya. Beberapa bentuk geometri fraktal seperti segitiga atau karpet sierpinski, koch snowflake, kurva naga, dll, dapat dijadikan sebagai motif dalam batik. Sehingga terdapat sebuah batik bernama batik fraktal, yaitu batik yang menggunakan rumus matematika dalam pembuatannya. Selain itu juga beberapa batik fraktal menerapkan *self similarity* yang akan dibahas pada bagian berikutnya.

Sebelum itu, untuk mendukung penelitian ini, ditunjukkan beberapa ulasan penelitian terdahulu yang dijadikan referensi. Terdapat dua penelitian sebelumnya yaitu Al Amin (2017) dan Suwanda (2022). Pada penelitian oleh Al Amin (2017) melakukan penelitian dengan judul 'Klasifikasi Kelompok Umur Manusia Berdasarkan Analisis Dimensi Fraktal Box Counting dari Citra Wajah dengan Deteksi Tepi Canny' dan oleh suwanda (2022) dengan judul 'Klasifikasi Penyakit Mata Berdasarkan Citra Fundus Retina Menggunakan Dimensi Fraktal Box Counting'. Pada kedua penelitian tersebut sama-sama melakukan klasifikasi

menggunakan *box counting* sebagai metode untuk memperoleh nilai dimensi fraktal. Perbedaan terletak pada obyek yang digunakan dalam penelitian, dalam penelitian ini digunakan batik sebagai obyek penelitian. Selain itu, pada artikel penelitian oleh Al Amin (2017) juga sama melakukan klasifikasi dengan menggunakan *k-Nearest Neighbour* dan *k-fold cross validation*.

KAJIAN TEORI

Fraktal

Benoit Mandelbrot pada tahun 1982 dalam bukunya yang berjudul "*The Fractal Geometry of Nature*", mendeskripsikan kata "Fractal" berasal dari bahasa latin *frangere* yang berarti "untuk mematahkan, fragmen". Bentuk geometris yang terbentuk dari fragmen yang mungkin mirip, identik, berulang, atau acak adalah fraktal. Fraktal pada dasarnya tidak terlalu berbeda dengan bentuk-bentuk geometri yang kita kenal seperti persegi, lingkaran, segitiga yang lebih dikenal dengan geometri euclid. Sedangkan geometri fraktal tidak terbatas hanya pada bentuk geometri euclid tersebut, tetapi juga alam. Fraktal mempunyai sesuatu spesial yang tidak dimiliki oleh bentuk-bentuk geometri pada umumnya. Salah satunya yaitu bentuknya yang tidak beraturan. Selain itu hal yang paling mendasar dalam fraktal adalah adanya *self-similarity*, dimana suatu objek mempunyai kesamaan pada dirinya sendiri di berbagai skala. Ini adalah hal yang penting. Meski tidak semua objek yang memiliki *self-similarity* adalah fraktal, tapi semua fraktal memiliki *self-similarity*.

dikutip dari Benoit Mandelbrot (1989), "awan bukanlah bola, gunung bukanlah kerucut, garis pantai tidak mungkin melingkar, dan kulit kayu tidak mulus, tidak juga petir merambat dalam garis lurus". Berdasarkan apa yang dikatakan oleh Mandelbrot tersebut fraktal juga dapat dikatakan sebagai interpretasi dari alam, karena alam tidak memiliki bentuk yang teratur. Contohnya meski gunung terlihat seperti kerucut, tapi jika melihat syarat sebuah bangun ruang dikatakan kerucut maka gunung bukanlah kerucut. Karena itu fraktal ada untuk mendefinisikan lebih dalam bentuk-bentuk yang tidak beraturan yang ada di alam. Hal ini juga sejalan dengan fraktal yang pada dasarnya dibuat untuk mempresentasikan alam yang bentuknya tidak beraturan. Selain itu batik memiliki bentuk yang

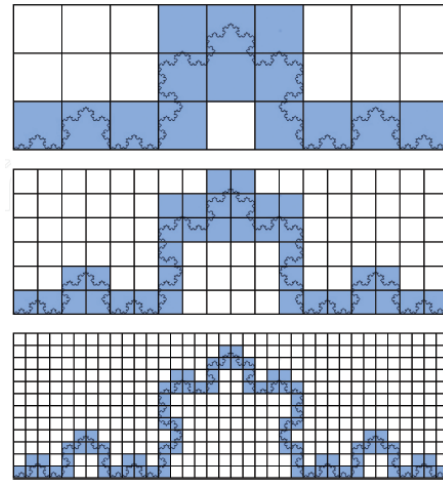
tidak beraturan, sehingga akan dilihat apakah batik dapat dihitung dimensi fraktalnya.

Dimensi Fraktal dan Box Counting

Dimensi fraktal adalah ukuran fragmentasi pada suatu obyek (Backes dan Bruno, 2008). Istilah dimensi fraktal dikemukakan oleh Benoit B. Mandelbrot pada tahun 1975 dimana Mandelbrot menggunakan konsep dimensi Hausdorff untuk mengestimasi banyak dimensi garis pantai.

Salah satu metode dalam menentukan nilai dimensi fraktal adalah dengan menggunakan metode *box counting* atau metode penghitungan kotak. Diantara semua teknik yang didiskusikan oleh Mandelbrot, metode *box counting* dinilai sebagai metode yang sangat beradaptasi dan efektif untuk menghitung dimensi fraktal (Harrar dan Hamami, 2007:386). Ini dikarenakan metode *box counting* cocok untuk menentukan nilai dimensi fraktal dari sebuah bentuk geometri di alam atau sejenisnya yang rumit. Oleh Harrar dan Hamami (2007), permukaan di alam tidak memiliki kesamaan diri deterministik. Namun, mereka menunjukkan kesamaan diri secara statistik dan salah satu definisi fraktal tersebut tetap berlaku. Jika definisi dimensi fraktal pada *self similarity* bersifat langsung mulai data gambar termasuk diantaranya adalah radiografi, garis pantai dan batik sekalipun, metode *box counting* adalah metode yang cocok serta fleksible untuk menghitung dan memperkirakan nilai dimensi fraktal. Namun, kekurangan dari metode *box counting* hanya terbatas pada gambar dua dimensi atau dalam R^2 .

Syzperski dan Iskander (2019) menyatakan dimensi fraktal yang diperoleh dengan menggunakan *box counting* disebut sebagai dimensi *box counting*, di mana himpunan tersebut seluruhnya ditutupi oleh kotak-kotak berukuran dan $N(r)$ adalah jumlah kotak minimal yang diperlukan untuk menyediakan cakupan. Dilanjut dimensi *box counting* biasanya diperkirakan secara numerik dari representasi citra digital suatu obyek dengan memperkirakan kemiringan garis yang dihitung berdasarkan hubungan skala pada perhitungan logaritmanya.



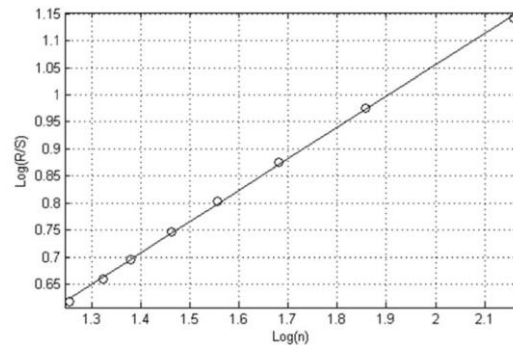
Gambar 2. Ilustrasi metode *box counting* dalam menghitung dimensi fraktal pada Koch Snowflake (Sumber: Pilgrim dan Taylor, 2018)

Adapun perhitungan dimensi fraktal dapat diperoleh dengan persamaan berikut ini:

$$Dim = \frac{\log(N(r))}{\log(\frac{1}{r})} \quad (1)$$

Dimana,

- $N(r)$ = Jumlah kotak yang memuat gambar
- r = rasio panjang segmen



Gambar 3. Contoh distribusi nilai $\log(N(r))$ terhadap $\log(\frac{1}{r})$

(Sumber: Sampoerno, 2011)

Pengolahan Citra Secara Digital

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya bahwa dimensi *box counting* digunakan untuk memperkirakan secara numerik dari representasi suatu citra digital dari sebuah obyek. Selain itu, beberapa perangkat lunak analisis fraktal tidak menerima mentah-mentah sebuah gambar yang akan dianalisis dan hanya menerima gambar yang telah diolah sesuai ketentuan oleh perangkat lunak tersebut. Sehingga diperlukan adanya pengolahan citra secara digital.

Citra digital adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar melalui proses sampling (Munantri dkk, 2019:98). Citra digital memiliki bentuk data numerik, sehingga dapat diproses oleh komputer. Secara matematis, citra merupakan fungsi kontinue dengan intensitas cahaya pada bidang dua dimensi (Kusumanto dan Tomponu, 2011). Sedangkan pengolahan citra secara digital adalah ilmu yang mempelajari hal-hal berkaitan dengan perbaikan kualitas suatu gambar transformasi gambar, melakukan pemilihan citra ciri yang optimal untuk tujuan analisis (Munantri dkk, 2019:98).

Banyak jenis citra digital, salah satu jenisnya yaitu citra digital hitam dan putih (*black and white*) yang umum dikenal dengan *grayscale*. Sesuai dengan namanya, citra *grayscale* setiap pikselnya mempunyai warna gradasi mulai dari putih hingga hitam dan dapat mewakili 1 byte atau 8 byte. Rentang warna pada *grayscale* ini cocok digunakan untuk pengolahan file gambar (Rahmad dkk, 2015). Secara rumus, *grayscale* dapat dihasilkan dari rata-rata *colour image*, dapat dituliskan rumusnya seperti berikut:

$$I_{BW}(x,y) = \frac{I_R(x,y) + I_G(x,y) + I_B(x,y)}{3} \quad (2)$$

Dimana,

$I_R(x,y)$ = nilai piksel red titik.

$I_G(x,y)$ = nilai piksel green titik.

$I_B(x,y)$ = nilai piksel blue titik.

$I_{BW}(x,y)$ = nilai piksel black and white (*grayscale*) titik

Pada penelitian ini proses pengolahan citra secara digital yang akan dihitung nilai dimensi fraktalnya dilakukan dengan proses biner untuk menghasilkan gambar biner. Meski dasarnya sama sebagai pengolahan citra dengan *black and white*, berbeda dengan *grayscale*, proses biner di sini mengubah citra gambar hanya memiliki dua warna yaitu hitam dan putih, karena itu dinamakan sebagai proses biner karena hanya memiliki dua warna dalam satu pixel. Sedangkan *grayscale* memiliki lebih dari dua warna dengan derajat keabuan, sedangkan pada kebanyakan perangkat lunak analisis fraktal hanya melakukan perhitungan gambar biner dengan menghitung daerah yang berwarna warna hitam



Gambar 4. berwarna, grayscale dan biner

(Sumber: Santi, 2011)

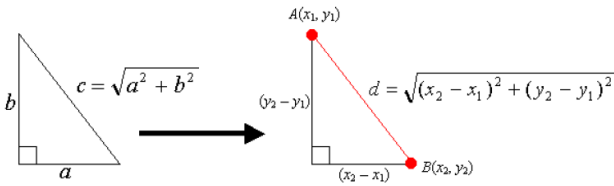
kNN (k-Nearest Neighbour) dan K-Fold Cross Validation

Dalam melakukan klasifikasi tidak hanya sekedar melakukan pengelompokkan pada suatu obyek, tetapi juga dilihat *outcome* atau apa hasil yang diperoleh dari pengelompokkan tersebut. Dalam pengelompokkan tidak terlepas dari hal yang bernama data. Data adalah koleksi dari informasi yang beragam atau fakta yang mengandung informasi pada sebuah subjek (Tembusai dkk, 2021). Terdapat banyak metode alat pembelajaran untuk melakukan klasifikasi, salah satunya adalah *k-Nearest Neighbour (kNN)* yang selanjutnya dikenal dengan algoritma *k-Nearest Neighbour*.

Algoritma *k-Nearest Neighbour (kNN)* adalah algoritma supervised learning dimana hasil dari instance, algoritma *kNN* menggunakan metode tetangga dekat yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori k-tetangga dekat (Ismail, 2018:1). Sesuai dengan namanya dengan melihat jarak terdekat dari kelompok-kelompok yang ada untuk melakukan klasifikasi, kira-kira suatu nilai atau obyek yang ditentukan masuk ke dalam klasifikasi mana. Tujuan dari algoritma ini untuk mengklasifikasikan obyek baru berdasarkan atribut dan sample-sample dari training data (Ismail, 2018:1).

Dalam klasifikasinya, oleh Al Amin (2017) data yang digunakan pada *kNN* secara acak dibagi menjadi dua, yaitu data latih atau data *training* dan data uji atau data *testing*. Data uji adalah suatu data yang dipilih secara acak sebagai obyek untuk ditentukan klasifikasinya, selain itu juga dapat dijadikan sebagai acuan pengelompokkan yang dapat menggambarkan sebagian besar data pada kelompok tersebut. Sedangkan data latih adalah sisa data yang dijadikan sebagai tetangga untuk dilihat jaraknya dengan data uji.

selanjutnya untuk menghitung jarak antara data uji terhadap data latih menggunakan rumus pythagoras.



Gambar 5. Rumus Pythagoras pada segitiga siku-siku

Tetapi jika terdapat lebih dua variabel independent yaitu variabel yang nilainya tidak dipengaruhi oleh variabel lain, maka memakai rumus jarak euclidean (*Euclidean Distance*) seperti pada persamaan di bawah ini:

$$D(x,y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2}$$

$$D(x,y) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_k - y_k)^2} \tag{3}$$

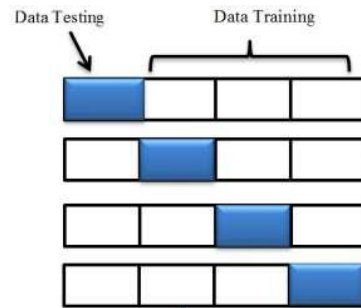
Dimana D adalah jarak antara titik data latih x dan titik data uji y yang akan diklasifikasikan.

Menurut Ismail (2018), Algoritma kNN secara sederhana dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah tetangga dari objek (data uji) yang akan diperhitungkan (k), misal ditentukan tiga tetangga yang terdekat (k = 3).
2. Menghitung jarak setiap data yang menjadi tetangga (data latih) terhadap objek (data uji), lalu diurutkan hasilnya berdasarkan nilai jarak terkecil ke terbesar.
3. Ambil tiga (k) tetangga yang paling dekat, lalu dilihat masing-masing data yang menjadi tetangga (data latih) termasuk ke dalam beberapa range yang telah ditentukan sebelumnya. Jika terdapat setidaknya dua data latih yang masuk ke satu range tersebut, maka obyek (data uji) termasuk ke dalam kelompok range tersebut.

Dalam prosesnya, kNN sering tidak lepas kaitannya dengan *K-Fold Cross Validation*. Menurut Rohani, Abbas (2017), *K-Fold Cross Validation* adalah salah satu jenis pengujian cross validation yang berfungsi untuk menilai kinerja proses sebuah metode dengan membagi sampel data secara acak dan mengelompokkan data tersebut sebanyak nilai k *k-fold*. *Fold* sendiri memiliki arti lipatan, yang berarti data dibagi sebanyak k lipatan atau partisi.

Kemudian salah satu kelompok *k-fold* tersebut akan dijadikan sebagai data uji, sedangkan sisa kelompok yang lain akan dijadikan sebagai data latih. *k-fold cross validation* digunakan untuk mengestimasi kesalahan prediksi dalam mengevaluasi kinerja model (Mardiana dkk, 2022:99).



Gambar 6. Ilustrasi 4-fold cross validation. (Sumber: Khotimah, 2017)

METODE (GUNAKAN STYLE SECTION)

Sumber Data

Dalam penelitian ini sumber data berasal dari gambar motif-motif batik yang berada di Jawa Timur, yaitu batik Gajah Oling sebanyak lima gambar, batik Madura motif Kipas sebanyak empat gambar dan batik Kangkung Setingkes sebanyak tiga gambar. Sehingga total terdapat 12 gambar yang akan digunakan sebagai sumber data untuk dihitung nilai dimensi fraktalnya. Gambar-gambar batik tersebut didapat dari berbagai sumber.

Tahap-tahap penelitian

1. Mengumpulkan data
Data yang digunakan dalam klasifikasi ini adalah tiga macam jenis batik dari Jawa Timur, yaitu batik Gajah Oling, batik Madura motif Kipas dan batik Kangkung Setingkes. Batik-batik ini didapat dari berbagai sumber di internet, dan yang digunakan adalah gambarnya, karena akan diproses citra secara digital.
2. Pengolahan citra secara digital
Pada tahap ini citra pada motif batik Gajah Oling diolah dengan menggunakan proses biner, dengan merubah gambar hanya memiliki dua warna biner yaitu hitam dan putih. Hal pertama yang dilakukan adalah *cropping* atau memotong bagian tertentu sehingga hanya

terdapat motif utama. Lalu secara manual memberi warna hitam pada motif batik yang akan dihitung nilai dimensinya setelah melalui proses grayscale untuk memudahkan pengambilan citra motif, hal ini dikarenakan juga terdapat motif batik yang berwarna putih. Setelah memberikan warna hitam, oleh fractlayse, sebuah software analisi fraktal, akan diproses lebih lanjut dengan proses biner dan menghasilkan gambar yang memang hanya memiliki warna biner.

3. Menentukan nilai dimensi fraktal dengan menggunakan *box counting*.
Menghitung dimensi fraktal dengan membagi citra yang telah diolah ke dalam kotak. lalu dihitung berapa jumlah $N(r)$ dan r sehingga didapatkan nilai dimensi fraktalnya. Selain itu perhitungan dengan menggunakan fractalyse. Hal ini bertujuan untuk membandingkan perbedaan nilai secara manual dan otomatis dengan software, apakah terdapat perbedaan yang mendasar pada nilai dimensi fraktalnya.
4. Pengelompokkan / klasifikasi
Melakukan klasifikasi dengan menggunakan *k-Nearest Neighbour (kNN)*. Nilai dimensi fraktal yang digunakan sebagai data adalah nilai dimensi fraktal yang dihitung dengan menggunakan fractalyse, karena dalam fractlyse terdapat proses biner yaitu proses merubah gambar sehingga hanya memiliki dua warna biner, yaitu hitam dan putih.. Pada tahap ini akan ditentukan motif batik dapat mewakili satu atau lebih kelompok. Selain itu dengan menggunakan *k-fold cross validation* untuk mengestimasi kesalahan prediksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hal pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan dan menentukan gambar dari motif-motif batik yang akan dihitung nilai dimensinya dengan metode *box counting*. Diantaranya adalah batik Gajah Oling pada kelompok 1, batik Kipas Madura pada kelompok 2 dan batik Kangkung Setingkes pada kelompok 3. Disini hanya diperlukan motif dasar dari batik tersebut, karena itu semua gambar batik tersebut dipotong dan hanya menampilkan motif dasar, diolah citranya menjadi grayscale terlebih dahulu

lalu diolah lagi dengan proses biner sehingga hanya memiliki dua warna biner yaitu hitam dan putih.



(1) Gambar asli



(2) Gambar grayscale

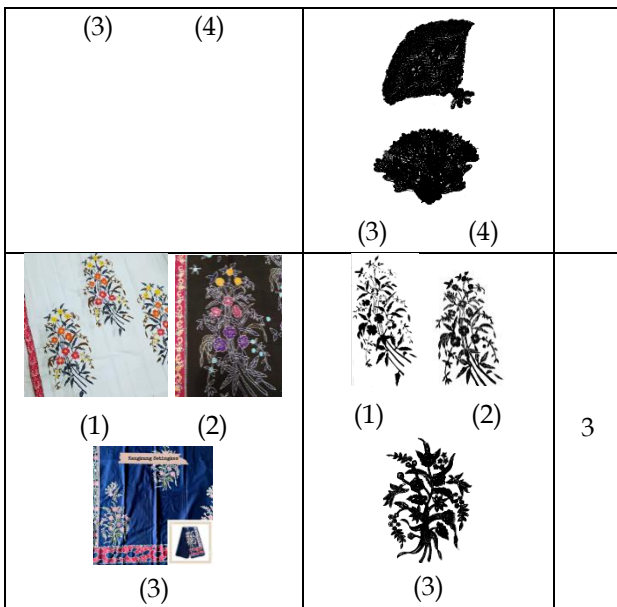


(3) Gambar biner

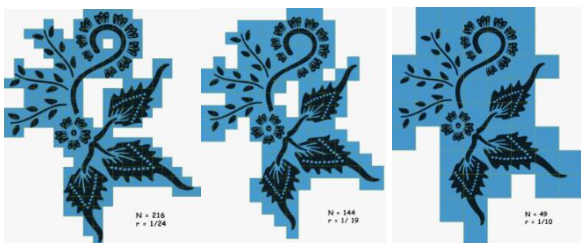
Gambar 7. Hasil pengolahan citra asli ke biner

Tabel 1. Hasil pengolahan menjadi citra biner

Gambar asli batik		Gambar biner		Kel
				1
(1)	(2)	(1)	(2)	
(3)	(4)	(3)	(4)	
(5)		(5)		
				2
(1)	(2)	(1)	(2)	
		(1)	(2)	



Selanjutnya menghitung nilai dimensi fraktalnya dengan dua cara yaitu secara manual dan perangkat lunak. Menghitung secara manual dengan membagi gambar ke dalam kotak-kotak sesuai penjelasan bagaimana menghitung nilai dimensi fraktal dengan menggunakan *box counting*. Selanjutnya dihitung berapa jumlah $N(r)$ dan r . Disini diambil batik Gajah Oling (1) dan menggunakan tiga ukuran kotak yang berbeda. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah perbedaan ukuran dan jumlah kotak terhadap rasionya terdapat perbedaan atau tidak antara penghitungan secara manual dan dengan menggunakan perangkat lunak. Perhitungan kotak diurutkan dari yang terkecil ke terbesar seperti pada gambar berikut:



Gambar 8. Motif batik Gajah Oling (1) yang telah dibagi-bagi ke dalam kotak-kotak

Dengan menggunakan rumus dimensi fraktal, didapat nilai dimensi fraktalnya berturut-turut dari ukuran kotal yang terkecil ke terbesar adalah 1,687; 1,690 dan 1,691. Dari perhitungan nilai dimensi fraktal pada batik Gajah Oling (1) dapat dilihat dengan ukuran kotak yang berbeda, nilai dimensi fraktalnya tidak memiliki perbedaan nilai yang

signifikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ukuran kotak tidak mempengaruhi secara signifikan untuk nilai dimensi fraktalnya. Sehingga ketika dibuat grafiknya, maka grafik akan berupa garis lurus.

Sedangkan dengan menggunakan *fractalyse*, perhitungan dimensi fraktal dilakukan dengan menghitung daerah hitam pada gambar setelah melalui proses biner pada software tersebut yang juga menggunakan rumus *box-counting* didapat nilai dimensi fraktalnya adalah 1,659.

untuk motif batik Gajah Oling (2) hingga (5), sama seperti pada motif batik Gajah Oling (1) dihitung nilai dimensinya secara manual dengan terlebih dahulu gambar dibagi-bagi dalam kotak. Sehingga didapat dalam setiap gambarnya nilai dimensinya dengan menggunakan rumus *box counting* berturut-turut pada batik gajah oling (2) - (5) adalah 1,700; 1,685; 1,726; dan 1,745. Sedangkan dengan menggunakan *fractalyse* didapat nilai demensi fraktal dari batik Gajah Oling (2) - (5) adalah 1,758; 1,745; 1,779; dan 1,786.

Pada batik Kipas didapat dalam setiap gambarnya nilai dimensinya dengan menggunakan *box counting* berturut-turut dari batik Kipas (1) - (4) adalah 1,830; 1,824; 1,914; dan 1,754. Sedangkan dengan menggunakan *fractalyse* didapat nilai demensi fraktal dari batik Kipas (1) - (4) adalah 1,858; 1,790; 1,818; dan 1,900.

Terakhir pada batik Kangkung Setingkes secara manual dengan didapat dalam setiap gambarnya nilai dimensinya dengan menggunakan rumus *box counting* berturut-turut dari batik kangkung setingkes (1) - (3) yaitu 1,630; 1,725 dan 1,742. Sedangkan dengan menggunakan *fractalyse* didapat nilai demensi fraktal dari batik Kangkung Setingkes (1) dan (3) adalah 1,683; 1,613; 1,724.

Dari semua data nilai dimensi fraktal yang telah dihitung kemudian dihitung rata-rata nilai dimensi fraktalnya. Didapat:

1. Pada kelompok 1, batik Gajah Oling untuk perhitungan secara manual didapat nilai rata-ratanya yaitu 1,709 dan dengan menggunakan

- perangkat lunak (*software*) yaitu 1,745. Sehingga selisihnya adalah 0,666.
- Pada kelompok 2, batik Kipas untuk perhitungan secara manual didapat nilai rata-ratanya yaitu 1,831 dan dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) yaitu 1,842. Sehingga selisihnya adalah 0,011.
 - Pada kelompok 3, batik Kangkung Setingkes untuk perhitungan secara manual didapat nilai rata-ratanya yaitu 1,693 dan dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) yaitu 1,673. Sehingga selisihnya adalah 0,020.

Dari perhitungan rata-rata nilai dimensinya didapat selisih nilai antara perhitungan secara manual dengan menggunakan perangkat lunak adalah kurang dari sama dengan 0,666 dan lebih dari 0. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada selisih yang besar dan tidak ada perbedaan mendasar pada kedua cara.

Selanjutnya pada tahap klasifikasi digunakan data nilai dimensi fraktal pada perangkat lunak, karena seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa fractalyse dengan metode *box counting* menghitung daerah hitam pada gambar yang telah melalui proses biner yang menjadi hal utama pada penelitian ini.

Klasifikasi

Terlebih dahulu membagi data menggunakan metode *k-fold cross validation*. Dipilih $k = 12$, pemilihan $k = 12$ didasarkan pada data yang diambil kurang banyak karena terbatasnya gambar yang bisa diolah, sehingga untuk setiap partisi hanya berisi 1 data untuk dapat memaksimalkan hasil akurasi dan validitasnya. Sehingga disini akan digunakan 12NN. Pertama adalah dengan 12NN, dipilih data atau salah satu motif batik secara acak untuk ditentukan batik tersebut dapat mewakili kelompok apa saja, sebagai bentuk aplikasi kNN dalam batik.

Dari 12 data nilai fraktal yang ada akan digabung menjadi satu, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Nilai dimensi fraktal yang dijadikan sebagai data

No	Nilai Dimensi fraktal	Kelompok
1	1,659	Kelompok 1 (Batik Gajah Oling)
2	1,758	
3	1,745	

4	1,779	Kelompok 2 (Batik Kipas)
5	1,786	
6	1,858	
7	1,79	
8	1,818	
9	1,900	Kelompok 3 (Batik Kangkung Setingkes)
10	1,683	
11	1,613	
12	1,724	

Disini dipilih data nomor 2 pada partisi 2 sebagai data uji dengan nilai dimensi 1,758. Pemilihan nomor ini bersifat acak, karena akan dicari pada batik nomor 2 dapat mewakili kelompok mana saja dengan menggunakan 12NN. Misal dipilih $k = 3$, pemilihan $k = 3$ juga bersifat acak karena akan dihitung keseluruhan k . Sehingga dipilih tiga tetangga terdekat dari data nomor 2. Lalu menghitung jarak data nomor 2 dengan masing-masing data latih menggunakan rumus jarak euclid yaitu:

$$D(x,y) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_k - y_k)^2}$$

Karena jarak dihitung dari data nomor 2, maka persamaan euclid tersebut dapat berubah menjadi:

$$D(x,y) = \sqrt{(x_2 - y_n)^2}$$

dengan n adalah urutan data pada partisi data latih.

Sebagai contoh menghitung jarak data nomor 2 dengan data nomor 1 pada partisi 1:

$$D(2,1) = \sqrt{(1,758 - 1,659)^2} = 0,099$$

Lalu menghitung jarak antara data uji nomor 2 dengan nilai dimensi 1,758 pada setiap data latih dan diurutkan dimulai jarak terkecil/terdekat ke jarak terbesar/terjauh. Hasil dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3. Hasil jarak data uji dengan data latih diurutkan dari yang terkecil ke terbesar.

Nilai k	No. Data latih	Jarak data latih dengan data uji
1	3 (kelompok 1)	0,013
2	4 ((kelompok 1)	0,021
3	5 (kelompok 1)	0,028
4	7 (kelompok 2)	0,032
5	12 (kelompok 3)	0,034
6	8 (kelompok 2)	0,060
7	10 (kelompok 3)	0,075

8	1 (kelompok 1)	0,099
9	6 (kelompok 2)	0,100
10	9 (kelompok 2)	0,142
11	11 (kelompok 3)	0,145

Dari tabel diatas adalah data latih dengan nilai terdekat terhadap data uji. Selanjutnya yaitu menentukan untuk setiap nilai k mulai 1 hingga 11, data uji akan dapat menggambarkan kelompok mana diantara kelompok 1, 2 dan 3.

1. Untuk k = 1, terdapat satu kelompok 1, maka data uji termasuk dalam kelompok 1.
2. Untuk k = 2, terdapat dua kelompok 1, maka data uji termasuk dalam kelompok 1.
3. Untuk k = 3, terdapat tiga kelompok 1, maka data uji termasuk dalam kelompok 1.
4. Untuk k = 4, terdapat tiga kelompok 1 dan satu kelompok 2 maka data uji termasuk dalam kelompok 1.
5. Untuk k = 5, terdapat tiga kelompok 1, satu kelompok 2, satu kelompok 3, maka data uji termasuk dalam kelompok 1.
6. Untuk k = 6 terdapat tiga kelompok 1, dua kelompok 2 dan satu kelompok 3, maka data uji termasuk dalam kelompok 1.
7. Untuk k = 7, terdapat tiga kelompok 1, dua kelompok 2 dan dua kelompok 3, maka data uji termasuk dalam kelompok 1.
8. Untuk k = 8, terdapat empat kelompok 1, dua kelompok 2 dan dua kelompok 3, maka data uji termasuk dalam kelompok 1.
9. Untuk k = 9, terdapat empat kelompok 1, tiga kelompok 2 dan dua kelompok 3, maka data uji termasuk dalam kelompok 1.
10. Untuk k = 10, terdapat empat kelompok 1, empat kelompok 2 dan dua kelompok 3, maka data uji termasuk dalam kelompok 1 dan kelompok 2.
11. Untuk k = 11, terdapat empat kelompok 1, empat kelompok 2 dan tiga kelompok 3, maka data uji termasuk dalam kelompok 1 dan kelompok 2.

Dari penjelasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan 12NN, data uji pada nomor 2 partisi 2 (kelompok 1) dapat menggambarkan dan mewakili batik pada kelompok 1 dan 2.

Dari data di atas didapat nilai akurasinya yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{banyaknya data benar}}{\text{banyaknya data keseluruhan}} \times 100\% \\
 &= \frac{11}{11} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Selanjutnya hal ini juga diterapkan untuk menghitung semua data pada partisi untuk menghitung nilai akurasi, karena pada *k-fold cross validation* menghitung semua nilai k, yang hasilnya akan dijelaskan pada bagian berikutnya.

Nilai akurasi hasil klasifikasi

Selanjutnya menghitung akurasi, sesuai yang telah dijelaskan sebelumnya, menggunakan *k-fold cross validation* dengan k partisi = 12 pada 12NN. Melakukan iterasi / perhitungan yang berulang-ulang pada setiap nilai k partisi / *fold* untuk menentukan *k-fold* mana yang memberi hasil optimal.

Maka untuk setiap nilai k didapat akurasi sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil perhitungan akurasi dan error

Nilai <i>k-fold</i>	Akurasi	Error
1	54,55%	45,45
2	100%	0%
3	100%	0%
4	100%	0%
5	81,82	18,18
6	72,73	27,27
7	0%	100%
8	27,27%	72,73%
9	54,55%	45,45%
10	18,18%	81,82
11	27,27%	72,73%
12	0%	100%

Data tabel diatas adalah nilai akurasi dari setiap partisi yang didapat dengan menggunakan *k-fold cross validation* dengan 12NN (*12-Nearest Neighbour*). untuk nilai *k-fold* 1 - 5 memiliki nilai rata-rata akurasi yang tinggi. Hal ini dikarenakan pada partisi 1 - 5 adalah data dari batik Gajah Oling yang memiliki jumlah data paling banyak yaitu lima data partisi dari 12 partisi. Sehingga ketika perhitungan akurasi pada data setelahnya yang memiliki jumlah data lebih sedikit dari batik Gajah Oling memiliki nilai akurasi yang rendah, bahkan

ada yang memiliki akurasi hanya 0%, disebabkan karena jumlah data yang tidak banyak dan tidak sepadan satu sama lain.

Namun dalam hal ini dapat dilihat dari semua k -partisi, untuk nilai partisi $k = 2$, $k = 3$ dan $k = 4$ adalah partisi yang memberikan nilai optimal yaitu 100%, dimana dari 11 data yang ada bernilai benar semua.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis penelitian dapat disimpulkan bahwa metode box counting dapat digunakan untuk menghitung nilai dimensi fraktal pada batik yang kemudian dari nilai dimensi fraktal tersebut digunakan untuk mengklasifikasikan batik.

Selain itu dengan menggunakan *k-Nearest Neighbour* (kNN), pengambilan data uji secara acak, nilai dimensi fraktal pada nomor 2 partisi 2 (kelompok 1) dengan menggunakan 12NN dapat mewakili atau menggambarkan kelompok 1 yaitu batik Gajah Oling dan kelompok 2 yaitu batik Kipas Madura. Sehingga dapat disimpulkan kNN juga dapat diaplikasikan untuk melihat suatu motif batik dapat menggambarkan lebih dari satu atau kelompok mana saja.

Pada nilai akurasi hasil klasifikasi didapat pada partisi $k = 2$, $k = 3$ dan $k = 4$, menghasilkan nilai akurasi yang optimal yaitu 100%.

Saran

Saran untuk penulis pada penelitian ini adalah penulis dapat menambahkan lebih banyak lagi obyek atau data ke dalam klasifikasi, sehingga hasil dapat lebih maksimal. Selain itu lebih baik data dibuat lebih proporsional dimana setiap kelompok memiliki jumlah data atau anggota yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

Al Amin, M. (2017). Klasifikasi Kelompok Umur Manusia Berdasarkan Analisis Dimensi.

Backes, A., & Bruno, O. (2008). Fractal and Multi-Scale Fractal Dimension analysis: a comparative study of Bouligand-Minkowski method.

Evilia Suwanda, A. (2022). Klasifikasi Penyakit Mata Berdasarkan Citra Fundus Retina Menggunakan Dimensi Fraktal Box Counting.

Harrar, K., & Hamami, L. (2007). The Box Counting Method for Evaluate the Fractal Dimension in Radiographic Images.

Hutapea, A., Furqon, M. T., & Indriati. (2018). Penerapan Algoritma Modified K-Nearest Neighbour Pada Pengklasifikasian Penyakit Kejiwaan Skizofrenia.

Ismail, A. M. (2018). Cara Kerja Algoritma k-Nearest Neighbor (k-NN).

Kusumanto, R., & Tompunu, N. A. (2011). Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek.

Mandelbrot, B. (1989). Fractal Geometry : what is it, and what does it do.

Mardiana, L., Kusnandar, D., & Satyahadewi, N. (2022). Analisis Diskriminan Dengan K Fold Cross Validation Untuk Klasifikasi Kualitas Air Di Kota Pontianak.

Mandelbrot, B. B. (1982). The Fractal Geometry of Nature.

Munantri, N. Z., Sofyan, H., & Yanu F, M. (2019). Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Umur Pohon.

Pilgrim, I., & Taylor, R. P. (2018). Fractal Analysis of Time-Series Data Sets: Methods and Challenges.

Rahmad, A., Herdiyeni, Y., Buono, A., & Douady, S. (2015). Pemodelan Dimensi Fraktal Multiskala untuk Mengenali Bentuk.

Rohani, A. (2017). A novel soft computing model (Gaussian process regression with K-fold cross validation) for daily and monthly solar radiation forecasting (Part: I).

Sampoerno, J. (2011). Analisis Fraktal Curah Hujan Bulanan Kota Pontianak Dengan Metode Eksponen Hurst.

Santi, C. N. (2011). Mengubah Citra Berwarna Menjadi GrayScale.

Syperski, P. D., & Iskander, D. R. (2019). New approaches to fractal dimension estimation with application to gray-scale images.

Tembusai, Z. R., Mawengkang, H., & Zarlis, M. (2021). K-Nearest Neighbor with K-Fold Cross Validation and Analytic Hierarchy Process on Data Classification.