

Optimasi Metode *K-Nearest Neighbor* dengan *Particle Swarm Optimization* untuk Pengenalan Citra Batik Ragam Hias Geometris

Karis Widyatmoko¹, Edi Sugiarto², Muslih³, dan Fikri Budiman⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro
Jl. Imam Bonjol No.207, Pendrikan Kidul, Kec. Semarang Tengah, Kota Semarang

E-mail: karis.widyatmoko@dsn.dinus.ac.id¹, edi.sugiarto@dsn.dinus.ac.id²,
muslih@dsn.dinus.ac.id³, fikri.budiman@dsn.dinus.ac.id⁴

Abstract—Batik is an intangible cultural heritage that has been approved by UNESCO as an Indonesian cultural heritage. Batik is the art of drawing on cloth for clothing. This art of drawing is in the form of a pattern and has a philosophical meaning which is historically very closely related to the philosophy of Javanese culture. The various patterns of this batik need to be preserved, and one of the efforts to preserve this diversity is to maintain the special characteristics of the batik motif and continue to introduce it to future generations. Efforts to facilitate the introduction of batik motifs can be done through technology that is able to automatically recognize batik patterns according to the motif being tested, one of which is pattern recognition technology. This study aims to optimize the KNN method with PSO to increase the accuracy of batik pattern recognition, the research was carried out in several stages starting from data collection, preprocessing, feature extraction, and classification. The research was conducted using 310 data in the form of batik images in 7 different motifs and divided into 240 compositions for training data and 70 for testing data. At the feature extraction stage, the discrete wavelet transform method is used up to level 3, then at the classification stage, the PSO and KNN algorithms are used. The PSO algorithm is used to obtain the most optimal number of k which is used as the input parameter k in the KNN algorithm. The results of the research that have been carried out have proven that with the addition of the PSO algorithm, the accuracy of the KNN method can be increased by 6% compared to the standard KNN method

Abstrak—Batik merupakan warisan budaya tak benda yang telah disahkan oleh UNESCO sebagai warisan budaya Indonesia. Batik merupakan seni gambar diatas kain untuk pakaian. Seni gambar ini berbentuk pola dan memiliki makna filosofis yang berdasarkan sejarahnya sangat erat dengan filosofi budaya jawa. Corak yang beraneka ragam dari batik ini perlu dilestarikan, dan salah satu upaya untuk melestarikan keragaman tersebut yaitu dengan mempertahankan ciri khusus dari motif batik tersebut dan terus mengenalkan kepada generasi penerus. Upaya untuk mempermudah pengenalan motif batik ini dapat dilakukan dengan melalui teknologi yang mampu secara otomatis mengenali pola batik sesuai dengan motif yang diujikan, salah satunya adalah teknologi untuk pengenalan pola (pattern recognition). Penelitian ini bertujuan melakukan optimalisasi metode KNN dengan PSO untuk meningkatkan akurasi pengenalan pola batik, penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan mulai dari pengumpulan data, preprocessing, fitur ekstraksi, dan klasifikasi. penelitian dilakukan dengan menggunakan sebanyak 310 data berupa citra batik dalam 7 motif yang berbeda dan dibagi dalam komposisi 240 untuk data training dan 70 untuk data testing. Pada tahap fitur ekstraksi digunakan metode discrete wavelet transform hingga level 3, lalu Pada tahap klasifikasi digunakan algoritma PSO dan KNN. Algoritma PSO digunakan untuk mendapatkan jumlah k yang paling optimal yang digunakan sebagai input parameter k pada algoritma KNN. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan dibuktikan bahwa dengan penambahan algoritma PSO maka akurasi pada metode KNN dapat ditingkatkan sebesar 6% dibandingkan dengan metode KNN standar

Kata Kunci—Batik, Particle Swarm Optimization, K-Nearest Neighbor

I. PENDAHULUAN

Batik merupakan warisan budaya tak benda yang telah disahkan oleh UNESCO sebagai warisan budaya Indonesia. Batik merupakan seni gambar diatas kain untuk pakaian. Seni gambar ini berbentuk pola dan memiliki makna filosofis yang berdasarkan sejarahnya sangat erat dengan filosofi budaya jawa [1]. Pola batik tradisional pada umumnya dibedakan menjadi batik keraton dan batik pesisir. Batik keraton merupakan kesenian yang tumbuh dan berkembang di keraton yogyakarta dan keraton solo yang merepresentasikan filsafat berdasarkan disiplin spiritual [2]. Corak batik keraton tersebut sangat dipengaruhi oleh budaya hindu-jawa. Batik pesisir merupakan seni batik yang tumbuh di daerah utara pulau jawa. Perkembangan batik pesisir ini

tidak mengikuti aturan pola dari batik keraton. Pola batik pesisir dipengaruhi oleh budaya pendatang dari belanda, cina, arab, dan india [2].

Terdapat dua motif utama batik yakni : geometris dan non-geometris. Pola batik geometris dapat dikenali karena kesimetrisan dan pengulangan arah horizontal, vertikal, dan diagonal yang membentuk sudut antar bentuk, sedangkan non geometris tidak menunjukkan pola simetris tersebut [3]. Beberapa pola geometris yang sering digunakan antaralain : kawung, banji, pilin, ceplok, parang, lereng, dan nitik. Dan untuk pola non geometris yang sering digunakan antaralain: lung lungan, semen, pagersari dan taplak meja. Corak yang beraneka ragam dari batik ini perlu dilestarikan, dan salah satu upaya untuk melestarikan keragaman tersebut yaitu

dengan mempertahankan ciri khusus dari motif batik tersebut dan terus mengenalkan kepada generasi penerus, sehingga keragaman motif batik yang merupakan warisan budaya Indonesia ini akan terus dikenali dari generasi ke generasi [4].

Guna mempermudah dalam pengenalan batik maka diperlukan suatu teknologi yang mampu secara otomatis mengenali pola batik sesuai dengan motif yang diujikan, salah satunya adalah teknologi untuk pengenalan pola (pattern recognition). Tahapan yang dilakukan dalam proses pengenalan pola salah satunya adalah klasifikasi. Proses klasifikasi citra dapat dilakukan dengan menggunakan fitur-fitur citra seperti warna, bentuk, dan tekstur. Sedangkan metode-metode yang dapat digunakan untuk klasifikasi antarlain Artificial Neural Network (ANN), Decision Tree (DT), Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbor (KNN), dll [4]. K-Nearest Neighbor atau KNN merupakan algoritma klasifikasi yang bekerja dengan cara membandingkan data uji dengan data latih yang berada dekat dengan dan memiliki kemiripan dengan data uji tersebut [5][6]. Dalam prosesnya KNN ini memproyeksikan data training kedalam ruang berdimensi banyak, dan dimana masing-masing dimensi tersebut mempresentasikan fitur data. Suatu titik pada ruang ditandai kelas c apabila kelas c tersebut merupakan klasifikasi yang paling banyak ditemui pada k tetangga terdekat. Jauh dekatnya jarak tetangga dihitung menggunakan jarak euclidean. KNN telah banyak diujikan untuk klasifikasi dan memiliki akurasi yang baik, namun KNN ini memiliki kelemahan dalam menghitung jumlah k yang paling tepat, sehingga dengan jumlah k yang tepat akurasi KNN ini bisa lebih optimal [6].

Particle swarm optimization (PSO) merupakan teknik optimasi berbasis populasi yang dikembangkan oleh James Kennedy dan Russ Eberhart pada tahun 1995 [8]. Teknik ini terinspirasi oleh tingkah laku sosial pada kawanan burung atau gerombolan ikan yang berenang secara berkelompok [8]. Teknik ini telah banyak diterapkan dalam persoalan optimasi, penggunaan PSO untuk persoalan optimasi mudah diterapkan karena sedikitnya parameter yang harus disesuaikan [7]. Metode ini telah berhasil diterapkan untuk permasalahan optimasi multidimensi dalam artificial neural network seperti menentukan parameter terbaik tiap neuron, ataupun menentukan jumlah neuron terbaik untuk proses training [7].

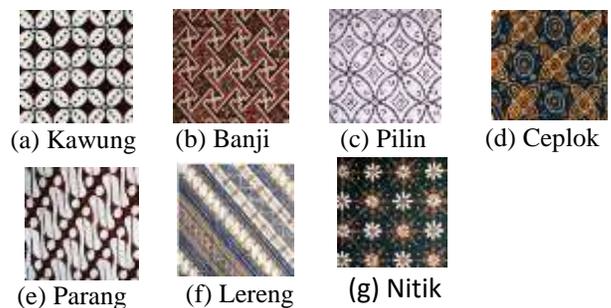
Oleh karena itu perlu dilakukan optimalisasi metode KNN dengan menambahkan metode Particle Swarm Optimization dalam menentukan jumlah k terbaik untuk klasifikasi citra batik sehingga akurasi dari KNN ini dapat ditingkatkan.

Penelitian tentang pengenalan pola batik telah dilakukan oleh fikri budiman [2]. Tujuan dalam penelitiannya adalah melakukan pengukuran tingkat akurasi klasifikasi pada metode wavelet untuk fitur ekstraksi dan *Support Vector Machine (SVM)* untuk klasifikasi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data citra batik untuk dua kelas yaitu batik keraton dan batik pesisir. Metode ekstraksi fiturnya

dilakukan dengan pertama melakukan resize citra menjadi 120x120 kemudian citra batik hasil perubahan ukuran diekstrak fiturnya menggunakan metode Wavelet Transform hingga level 3, maka dihasilkan sebanyak 20 fitur untuk setiap citra. Dari fitur tersebut kemudian diklasifikasikan menggunakan metode SVM. Hasil penelitian menunjukkan dengan menggunakan metode *Wavelet Transform* untuk fitur ekstraksi dapat menghasilkan klasifikasi yang baik dengan SVM. Berbeda dengan penelitian tersebut, pada penelitian ini metode fitur ekstraksi menggunakan metode yang sama yakni Wavelet transform namun untuk klasifikasi digunakan metode KNN dan kemudian dikombinasikan dengan PSO untuk mengoptimalkan metode KNN tersebut.

A. Batik

Dalam budaya Indonesia, Batik merupakan salah satu bentuk seni kuno yang bermutu tinggi. Batik berasal dari kata “amba” yang artinya nulis, dan “nitik” yang berarti titik. Yang berarti bahwa maksud dari gabungan kata tersebut artinya menulis dengan lilin. Sehingga proses pembuatan batik diatas kain menggunakan canting yang ujungnya berukuran kecil memberikan kesan seseorang sedang menulis titik-titik [9]. Asal usul batik di Indonesia ini sangat erat kaitannya dengan sejarah berkembangnya kerajaan Majapahit, Solo, dan Yogyakarta. Banyak ragam hias batik di Indonesia yang secara garis besar dapat dibagi menjadi dua motif utama batik yaitu: geometris dan non-geometris. Pola batik geometris dapat dikenali karena kesimetrisan dan pengulangan arah horizontal, vertikal, dan diagonal yang membentuk sudut antar bentuk, sedangkan non geometris tidak menunjukkan pola simetris tersebut [3]. Beberapa pola geometris yang sering digunakan antarlain : kawung, banji, pilin, pilin, ceplok, parang, lereng, dan nitik. Dan untuk pola non geometris yang sering digunakan antarlain : lung lungan, semen, pagersari dan taplak meja.



Gambar 1. Motif hias geometris

B. K-Nearest Neighbor

Algoritma Nearest Neighbor (KNN) adalah suatu algoritma yang melakukan klasifikasi pada suatu fitur berdasarkan pada kedekatan lokasi atau jarak suatu data dengan data yang lain [5], tujuannya adalah memisahkan titik data menjadi beberapa kelas terpisah untuk memprediksi klasifikasi baru dari titik sample. Data pembelajaran pada KNN akan diproyeksikan kedalam ruang mang berdimensi banyak, sehingga setiap dimensinya akan mempresentasikan fitur-fitur dari data. Selanjutnya ruang tersebut dibagi menjadi bagian berdasarkan klasifikasi data

pembelajaran[5][8]. Setiap titik didalam ruang tersebut akan ditandai dengan kelas c jika kelas c tersebut adalah hasil dari klasifikasi yang terbanyak ditemui dalam k buah tetangga yang terdekat dari titik tersebut. Dekat atau jauhnya titik tetangga dihitung berdasarkan jarak Euclidean dengan persamaan.

$$\text{distance} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{training}^i - X_{testing})^2}$$

Dimana:

$X_{training}^i$ = data training ke i

$X_{testing}$ = data testing

i = record ke i dari tabel

n = jumlah data training

Adapun langkah-langkah pada algoritma KNN sebagai berikut:

1. Tentukan K untuk jumlah tetangga.
2. Hitung jarak antara permintaan (data testing) dan contoh data saat ini (data training).
3. Urutkan jarak dan indeks yang terurut dari terkecil ke terbesar berdasarkan jarak terdekat ke-K.
4. Pilih entri K pertama dari koleksi yang diurutkan.
5. Tambahkan label K pada entri yang dipilih

C. Particle Swarm Optimization

Particle swarm optimization merupakan teknik optimasi berbasis populasi yang dikembangkan oleh James Kennedy dan Russ Eberhart pada tahun 1995. Teknik ini terinspirasi oleh tingkah laku sosial pada kawanan burung atau gerombolan ikan yang berenang secara berkelompok [8]. Terdapat beberapa algoritma yang memiliki kesamaan dengan PSO ini yakni algoritma yang menerapkan teknik evolutionary computation seperti Algoritma Genetika (GA), Evolutionary Strategies (ES) yaitu memiliki kesamaan dimulai dengan populasi yang terdiri dari sejumlah individu. Berbeda dengan algoritma tersebut PSO ini tidak menggunakan operator evolusi seperti mutasi dan rekombinasi [8].

PSO dimulai dengan membangkitkan sekumpulan partikel secara acak, dimana dalam setiap partikel akan dievaluasi kualitasnya dengan menggunakan fungsi fitness. kemudian partikel akan terbang mengikuti partikel yang optimum. Partikel akan diupdate dalam setiap generasi mengikuti dua nilai terbaik, pertama adalah partikel dengan fitness terbaik yang dicapai saat ini (p) dan kedua adalah partikel dengan fitness terbaik yang dicapai oleh seluruh partikel dalam topologi ketetanggaan (g). PSO akan mengupdate vector velocity dan mengupdate posisinya dengan persamaan berikut:

$$V_{id} = V_{id} + Q_1 * r * (P_{id} - X_{id}) + Q_2 * r * (P_{gd} - X_{id})$$

$$X_{id} = X_{id} + V_{id}$$

Dimana :

i = partikel yang ke-i

d = dimensi yang ke-d

Q_1 = laju belajar untuk komponen kognisi, dan Q_2 adalah laju belajar untuk komponen sosial

r = bilangan acak dalam interval [0,1]

g = indeks dari partikel dengan fitness terbaik di dalam topologi ketetanggaan.

P = vektor nilai fitness terbaik

PSO memiliki dua komponen penting yakni representasi solusi dan fungsi *fitness*. setiap partikel yang menggambarkan suatu solusi dapat berupa bilangan real, sedangkan fungsi *fitness* adalah fungsi yang digunakan sebagai solusi. PSO memiliki parameter yang perlu diatur yaitu [7] :

1. Jumlah Partikel
jumlah partikel tidak berpengaruh terhadap solusi optimal yang dihasilkan PSO namun berpengaruh terhadap kecepatan proses. Beberapa hasil penelitian mengatakan dengan 20 sampai 40 partikel pso telah menghasilkan solusi yang optimal [7].
2. Dimensi partikel
Dimensi partikel ini tergantung pada masalah yang akan dioptimasi
3. Rentang nilai partikel
Rentang nilai partikel tergantung terhadap permasalahan yang akan dioptimasi, semakin tinggi rentang nilai maka semakin cepat pso menemukan solusi, namun dengan rentang nilai yang semakin tinggi pso semakin rendah juga solusi optimal yang dihasilkan.
4. V_{max}
Paramter ini menentukan perubahan maksimum yang dapat dilakukan oleh suatu partikel dalam satu iterasi. Biasanya v_{max} diset sama dengan rentang nilai partikel.
5. *Learning rate*
Disarankan untuk laju belajar pada metode pso ini berada pada $Q_1 = 2.8$ dan $Q_2 = 1.3$.

II. METODE PENELITIAN

A. Proses pengenalan Pola

Tahapan dalam penelitian ini dilakukan mulai dari pengumpulan data citra batik yang terdiri dari 7 jenis motif batik yakni : kawung, baji, pilin, ceplok, parang, lereng, dan nitik dengan jumlah citra sebanyak 310 citra dengan komposisi yang digunakan untuk training sebanyak 240 dan untuk testing sebanyak 70. Citra tersebut diambil dalam berbagai resolusi citra selanjutnya dilakukan tahap preprocessing yakni tahap untuk mengatur resolusi citra yang diperlukan untuk tahapan fitur ekstraksi. Kemudian pada tahap fitur ekstraksi dilakukan menggunakan metode discrete wavelet transform (DWT) untuk mendapatkan fitur yang merupakan ciri setiap pola batik berdasarkan jenisnya. Tahap berikutnya adalah klasifikasi, dalam tahap klasifikasi langkah yang dilakukan adalah menggabungkan metode particle swarm optimization (PSO) dengan k-nearest neighbor (KNN), PSO pada tahapan tersebut digunakan untuk mengoptimalkan jumlah k yang diprediksi terbaik agar supaya klasifikasi KNN dapat ditingkatkan. Langkah terakhir adalah pengukuran akurasi dengan menggunakan

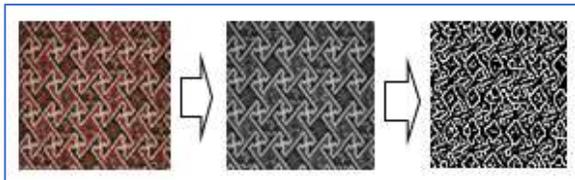
confusion matrix. Metode penelitian ini digambarkan dalam diagram berikut:



Gambar 2. Metode Penelitian

B. Preprocessing

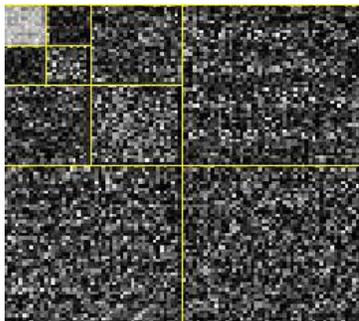
Pada tahap ini dilakukan pengolahan pada citra batik untuk menentukan standar dimensi dan warna citra yang akan digunakan nantinya pada tahap fitur ekstraksi. Pada tahap ini dilakukan pengaturan resolusi citra kedalam resolusi 160 x160 piksel, kemudian melakukan transformasi warna citra dari rgb menjadi grayscale dan dilakukan deteksi tepi untuk mendapatkan motif batik pada tiap jenisnya.



Gambar 3. Tahap Preprocessing

C. Fitur Ekstraksi

Pada tahap ini citra hasil preprocessing akan diambil fiturnya, metode yang digunakan dalam fitur ekstraksi ini adalah discrete wavelet transform dimana metode ini melakukan ekstraksi fitur dengan cara mengurangi dimensi gambar dari dimensi tinggi ke dimensi rendah dengan cara membagi citra menjadi 4 subband setiap tahapanya yaitu : Aproximasi (CA), frekuensi tinggi horisontal (CH), frekuensi tinggi vertikal (CV), dan frekuensi tinggi diagonal (CD). Berikut ini gambar hasil discrete wavelet transform hingga level 3.

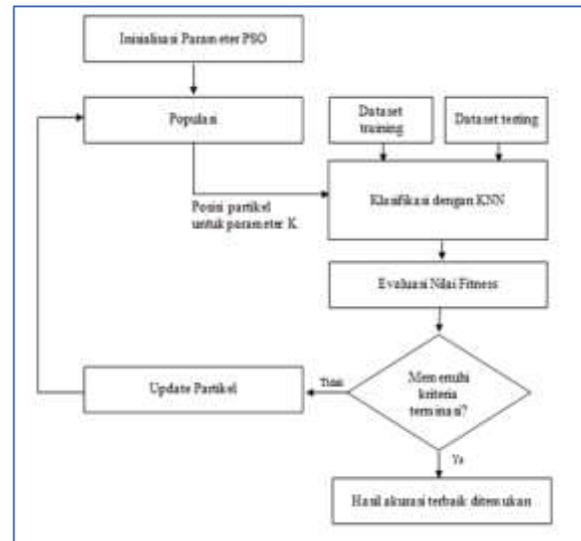


Gambar 4. Skema discrete wavelet transform level 3

Proses transformasi pada wavelet akan menghasilkan nilai koefisien pada setiap subband nya dimana setiap koefisien dihitung menggunakan wavelet energi dan nilai standar deviasi[2], sehingga hasil fitur ekstaksi dengan discrete wavelet transform level 3 ini akan menghasilkan fitur sebanyak 20 fitur yang berupa nilai energi dan standar deviasi pada setiap subbandnya. Fitur tersebut kemudian akan digunakan sebagai ciri dari setiap citra yang kemudian akan diklasifikasikan pada tahapan berikutnya

D. Klasifikasi dengan KNN dan PSO

Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan K-Nearest Neighbor (KNN) yang dioptimasi dengan menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO), KNN melakukan klasifikasi dengan mengukur kedekatan lokasi atau jarak antara data satu dengan yang lain, dimana jarak tersebut dihitung berdasarkan variabel yang ditentukan dengan menggunakan perhitungan jarak euclidian dengan terlebih dahulu menentukan hasilnya berdasarkan sejumlah k yang telah ditentukan. Untuk menentukan jumlah k yang paling tepat maka digunakan metode PSO, PSO akan membangkitkan partikel-partikel secara acak yang merupakan representasi dari k yang kemudian akan dihitung nilai fitnessnya sebagai dasar pemilihan partikel yang akan diupdate atributnya pada generasi berikutnya. Berikut ini tahapan klasifikasi yang dilakukan



Gambar 5. Optimasi KNN dengan PSO

Tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan inialisasi parameter PSO yaitu parameter learning rate yang terdiri dari laju belajar komponen kognisi (Q1) dan laju belajar komponen sosial (Q2), kemudian langkah berikutnya membangkitkan populasi dengan sejumlah 20 partikel dimana masing-masing partikel berisi nilai yang mewakili jumlah k. Langkah selanjutnya melakukan klasifikasi KNN dengan input parameter k diambil pada setiap partikel pada PSO, klasifikasi KNN dilakukan dengan menggunakan data dari dataset training dan dataset testing untuk kemudian nilai akurasi dimasukkan sebagai nilai fitness, maka pada evaluasi nilai fitness akan dihitung dari error rate, semakin error rate mendekati 0 maka nilai fitness semakin tinggi.

Kemudian jika dalam evaluasi fitness telah memenuhi kriteria maka hasil akurasi ditampilkan, namun jika tidak maka akan dilakukan update nilai partikel dan diulang kembali menuju langkah pertama

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Eksperimen dan hasil

Eksperimen dilakukan dengan menggunakan 310 citra batik yang terdiri dari 7 kelas batik dalam berbagai resolusi, kemudian dari 310 citra tersebut dibagi dalam komposisi yaitu 240 citra untuk data training dan 70 citra untuk data testing. Kemudian dalam tahap preprocessing citra batik tersebut di resize kedalam resolusi 160x160 kemudian intensitas warna ditransformasi kedalam grayscale, selanjutnya cita hasil transformasi dilakukan deteksi tepi untuk mendapatkan motif batik pada setiap kelas batik. Pada tahap fitur ekstraksi digunakan metode discrete wavelete transform hingga level 3 sehingga pada tahap ini fitur yang diperoleh sebanyak 20 fitur untuk setiap data yang kemudian digunakan pada tahap klasifikasi. Pada tahap klasifikasi digunakan metode PSO dan KNN dimana metode PSO digunakan untuk menentukan jumlah k yang paling tepat, pada awal tahapan PSO yang dilakukan adalah melakukan inialisasi parameter learning rate dengan inisial nilai $Q1 = 2$ dan $Q2 = 2$, $r1 = 0.3$ dan $r2 = 0.3$, dengan membangkitkan jumlah partikel sebanyak 20 partikel dimana setiap partikel diinisialisasi dengan nilai acak dengan rangen nilai antara 1 sampai 70 yaitu sebanyak dataset untuk testing. Kemudian setelah populasi dibentuk dengan inisial nilai yang sudah diperoleh maka proses klasifikasi dengan KNN dilakukan, klasifikasi KNN dilakukan dengan menggunakan k yang diperoleh dari posisi setiap partikel pada metode PSO kemudian hasil klasifikasi pada metode KNN digunakan untuk melakukan evaluasi nilai fitness. Tahapan ini terus dilakukan sampai pada metode PSO mengevaluasi nilai fitness terbaik. Hasil dari eksperimen ini membuktikan bahwa dengan membangkitkan 20 partikel dalam populasi, nilai fitness terbaik diperoleh rata-rata pada iterasi ke 5. Selanjutnya eksperimen dilakukan dengan membandingkan hasil akurasi klasifikasi dari metode KNN+PSO dengan KNN standar, sehingga didapatkan hasil perbandingan akurasi sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Pengukuran Tingkat Akurasi

Metode	True Positive (TP)	False Positive (FP)	True Negative (TN)	False Negative (FN)	Over All Accuracy (AC)
KNN	58	12	0	0	0.83
KNN-PSO	62	8	0	0	0.89

Pengukuran dilakukan menggunakan confusion matrix dan diperoleh hasil bahwa dengan penambahan metode Particle Swarm Optimization dapat meningkatkan akurasi pada metode K-Nearest Neighbor. Dalam penelitian ini peningkatan akurasi KNN-PSO dibandingkan dengan KNN standar terdapat peningkatan hingga 6% dimana over all accuracy untuk KNN standar adalah 83% sedangkan over all accuracy untuk KNN-PSO meningkat hingga 89%.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan metode particle swarm optimization cukup efektif untuk mengoptimasi metode k-nearest neighbor dengan menentukan k yang paling optimal, pada penelitian ini metode PSO memiliki konvergensi yang cepat dalam menentukan jumlah k yang terbaik sehingga akurasi metode KNN dapat ditingkatkan. Hasil dari eksperimen yang telah dilakukan terbukti bahwa dengan penambahan metode PSO pada metode KNN mampu meningkatkan akurasi klasifikasi hingga 6% dimana akurasi pada KNN standar sebesar 83% dan akurasi pada KNN-PSO meningkat menjadi 89%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Iskandar, 2016, Batik sebagai Identitas Kultural Bangsa Indonesia di Era Globalisasi, Jurnal GEMA, No. 52/Agustus 2016, ISSN:0215-3092.
- [2] Fikri Budiman, 2016, Wavelet Decomposition Level Analysis for Indonesia Traditional Batik Classification, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Vol. 92 No. 2, ISSN: 1992-8645.
- [3] Ida Nuraida, 2015, Automatic Indonesian Batik Pattern Recognition Using SIFT Approach, Procedia Computer Science 59 (2015) 567-576.
- [4] Ignatia Dhian E.K.R, 2016, Klasifikasi Batik Menggunakan KNN Berbasis Wavelet, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2016 (SENTIKA 2016), ISSN : 2089-9815, Yogyakarta.
- [5] Dewi Sartika, 2017, Perbandingan Algoritma Klasifikasi Naive Bayes, Nearest Neighbour, dan Decision Tree pada Studi Kasus Pengambilan Keputusan Pemilihan Pola Pakaian, Jatisi, Vol. 1 No 2 Maret 2017, ISSN : 1978-1520.
- [6] Yofi, 2018, K-Nearest Neighbor and Naive Bayes Classifier Algorithm in Determining The Classification of Healthy Card Indonesia Giving to The Poor, Scientific Journal of Informatics Vol. 5, No. 1, May 2018.
- [7] Sheng-Wei Fei, Yu-Bin Miao, Cheng-Liang liu, 2009, Chinese Grain Production Forecasting Method Based on Particle Swarm Optimization-Based Support Vector Maching, Recent Patents on Engineering 2009, Vol 3 No 1,.
- [8] Suyanto, 2010, Algoritma Optimasi Deterministik atau Probabilistik, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [9] Alicia, 2020, Filosofi Motif Batik Sebagai Identitas Bangsa Indonesia, Jurnal FOLIO Volume 1 No. 1 Februari 2020.