

Implementasi Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Batik Tanah Liat Sumatera Barat

Khairul Azmi¹, Sarjon Defit², Sumijan³

^{1,2,3} Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

Jl. Raya Lubuk Begalung-Padang-Sumatera Barat

Email: ¹khairulazmi27@gmail.com, ²sarjond@yahoo.co.uk, ³soe@upiypk.org

ABSTRAK

Teknologi kecerdasan buatan yang berfokus penggunaan data dan algoritma untuk meniru cara manusia belajar, salah satu model pembelajaran tersebut adalah adanya performa komputasi dengan menggunakan teknik *deep learning*. *Convolutional neural network (CNN)* adalah arsitektur *deep learning* yang sering digunakan untuk mengatasi masalah klasifikasi gambar. Selain itu, penggunaan teknik pre-processing pada data dapat membantu meningkatkan performa model dengan memperkaya variasi data. Batik telah menjadi warisan budaya turun temurun di seluruh Indonesia khususnya di daerah Sumatera Barat. Banyaknya pola dan motif batik mengakibatkan sulitnya masyarakat mengidentifikasi motif pada batik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui apakah CNN dapat digunakan untuk klasifikasi batik tanah liat Sumatera Barat. Data yang digunakan Penelitian ini adalah 400 citra batik dan dibagi menjadi 4 kelas, ditentukan 320 citra sebagai data latih dan 80 citra sebagai data uji. Hasil pengujian dan pelatihan menggunakan CNN didapat nilai akurasi batik tanah liat Sumatera Barat sebesar 98.75% pada data latih dan 62.5% pada data uji. Tingkat akurasi ini cukup baik sebagai rujukan dalam membangun *real application* pengenalan motif batik secara umum. Hasil ini menunjukkan metode CNN dapat diterapkan untuk mengklasifikasi batik tanah liat Sumatera Barat.

Kata kunci: *Convolutional Neural Network, Deep Learning, Klasifikasi, Batik, Sumatera Barat.*

ABSTRACT

Artificial intelligence technology that focuses on using data and algorithms to imitate the way humans learn, one of these learning models is the existence of computational performance using deep learning techniques. Convolutional neural network (CNN) is a deep learning architecture that is often used to solve image classification problems. In addition, the use of pre-processing techniques on data can help improve model performance by enriching data variations. Batik has become a hereditary cultural heritage throughout Indonesia, especially in the area of West Sumatra. The large number of batik patterns and motifs makes it difficult for people to identify motifs in batik. The purpose of this study was to determine whether CNN can be used for the classification of West Sumatra clay batik. The data used in this study were 400 batik images and divided into 4 classes, 320 images were determined as training data and 80 images as test data. The results of testing and training using CNN obtained an accuracy value of West Sumatra clay batik of 98.75% on training data and 62.5% on test data. This level of accuracy is good enough as a reference in building real applications for recognizing batik motifs in general. These results indicate that the CNN method can be applied to classify West Sumatran clay batik.

Keywords: *Convolutional Neural Network, Deep Learning, Classification, Batik, West Sumatra.*

Pendahuluan

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) telah dipelajari bertahun-tahun oleh para filsuf. Hal ini membuat *Artificial Intelligence* (AI) berusaha membangun entitas-entitas cerdas yang sesuai dengan pemahaman manusia (Prahartiningsyah & Kurniawan, 2021). *Artificial Intelligence* (AI) terbagi menjadi beberapa cabang, salah satunya adalah *deep learning*. *Deep learning* berfokus pada penggunaan data dan algoritma untuk meniru cara manusia belajar, secara bertahap meningkatkan akurasi (Anggeli et al., 2021).

Metode *Convolutional Neural Network* sangat populer di kalangan *deep learning*, karena CNN mengekstrak fitur dari *input* yang berupa gambar lalu mengubah dimensi gambar tersebut menjadi lebih kecil tanpa merubah karakteristik gambar tersebut (Omori & Shima, 2020). *Convolutional Neural Network* (CNN) terdiri dari *neurons* yang memiliki bobot dan bias. Setiap *neurons* menerima inputan dan diteruskan dengan melakukan perkalian titik pada setiap *neuron* tersebut (Zein Erysyad et al., 2020).

Batik adalah budaya yang sangat kental di Indonesia, sehingga batik dapat ditemukan di seluruh daerah Nusantara dengan keunikannya masing-masing. Bahkan dunia melalui UNESCO telah mengakui keberadaan batik sebagai warisan budaya dunia pada tanggal 2 Oktober 2009 dengan memasukkan Batik Indonesia kedalam daftar Representatif sebagai Budaya Tak-Benda Warisan Manusia (*Representative List of the Intangible Cultural Heritage of Humanity*) dan pada tanggal tersebut diperingati sebagai Hari Batik Nasional (Febrian Tumewu, 2020).

Batik Tanah Liat merupakan batik yang berasal dari Minangkabau, Sumatera Barat. Batik ini merupakan salah satu batik yang langka dan tak banyak dikenal oleh masyarakat luas. Batik ini sempat menghilang pada masa penjajahan Jepang namun dapat kembali diperkenalkan lagi pada tahun 1994 oleh aktivis budaya dan pengusaha batik dari Padang, Sumatera Barat, HJ. Wirda Hanim yang memiliki beberapa galeri Batik Tanah Liat. Namun, batik ini diduga memiliki pengaruh dari masuknya budaya Tionghoa yang masuk ke Minangkabau pada abad ke 16 (Putri & Midawati, 2020). Warna dasar batik ini tidak biasa, yaitu coklat gelap teduh, namun memancarkan aura keanggunan. Motif batik pada ini merupakan motif yang terinspirasi dari alam dan sekitarnya seperti bentuk hewan, bunga, daun, batuan, pohon tumbuhan laut dan bentuk alam lainnya. Tak hanya itu motif lainnya yang terinspirasi dari budaya tradisional Minangkabau dapat ditemukan seperti burung hong, kucing tidua, kabau padati, lokcan, rangkiang, tari piring, siriah dalam carano serta rumah gadang (Kuwala & Novrita, 2022).



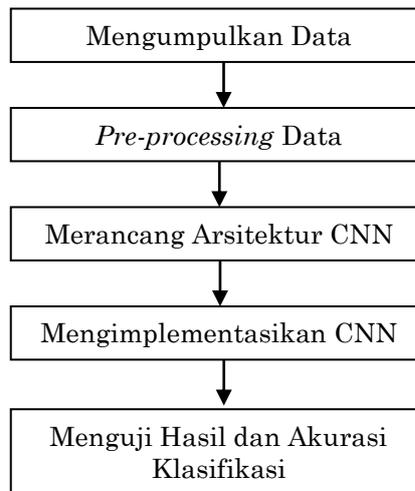
Gambar 1 Citra Batik Tanah Liat Sumatera Barat
(Sumber : Galeri Batik Tanah Liat Hj. Wirda Hanim)

Pengetahuan tentang pengenalan jenis motif batik mungkin hanya dimiliki oleh orang-orang tertentu yang memiliki keahlian pada bidang terkait seperti bidang membatik. Hal ini dikarenakan batik memiliki motif yang bervariasi dan hampir setiap motif batik di setiap daerah memiliki motif yang hampir serupa namun tidak sama (Muwafiq, A., & Pamungkas, 2020). Untuk menentukan jenis batik yang ada, maka diperlukan suatu klasifikasi batik berdasarkan daerah produksinya. Salah satu metode dalam pengklasifikasian gambar (*image*) adalah dengan menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) (Mawan, 2020).

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan yang telah ada pada penelitian klasifikasi batik. Pada penelitian (Maulida, 2021) melakukan klasifikasi kain khas batik dan kain khas sasirangan. Didapat hasil akurasi sebesar 91,84%. Pada penelitian (Fonda et al., 2020) yang menghasilkan batik riau dan bukan batik riau dengan akurasi 65%. Pada penelitian (Bowo et al., 2020) menggunakan data testing baru sebanyak 745 gambar dimana perkelas terdapat 96 sampai 127 gambar untuk diuji kedalam model yang telah dibuat. Hasil testing menghasilkan tingkat akurasi baru sebesar 95%. Pada penelitian (Muna Malika & Edy Widodo, 2021) hasil implementasi *deep learning* dengan menggunakan CNN, tingkat akurasi yang didapatkan dari hasil klasifikasi menggunakan CNN yaitu sebesar 80% untuk data testing. Pada penelitian (Hasyim et al., 2021) Klasifikasi yang dilakukan dengan 200 data uji, hasil dari pengujian terhadap 200 dataset dan 20 label diperoleh nilai akurasi yang tertinggi adalah “Batik Megamendung dan Batik Celup” dengan nilai akurasi 80% dan 60%. Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan dan diulas tentang klasifikasi batik, maka dilakukan pengklasifikasian dengan metode CNN untuk klasifikasi batik tanah liat Sumatera Barat.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti kerangka kerja agar penelitian dilakukan dengan terstruktur dan terarah. Kerangka kerja merupakan tahapan-tahapan proses penelitian yang terurut berdasarkan langkah- langkah yang saling berkaitan seperti gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

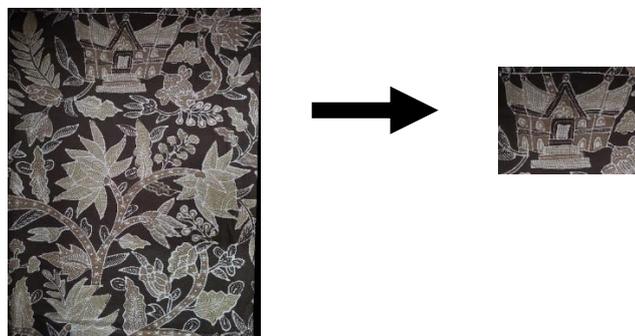
1. Mengumpulkan Data

Pengumpulan data dilakukan survei lapangan pada pengrajin batik tanah liat Sumatera Barat Hj. Wirda Hanim. Pada tahap ini dilakukan akuisisi gambar melalui pemotretan langsung menggunakan kamera DSLR dan *smarthphone*. Tiap motif dari batik tanah liat difoto berulang kali dari posisi dan arah berbeda untuk menghasilkan foto dengan bentuk bervariasi.

2. Pre-Processing Data

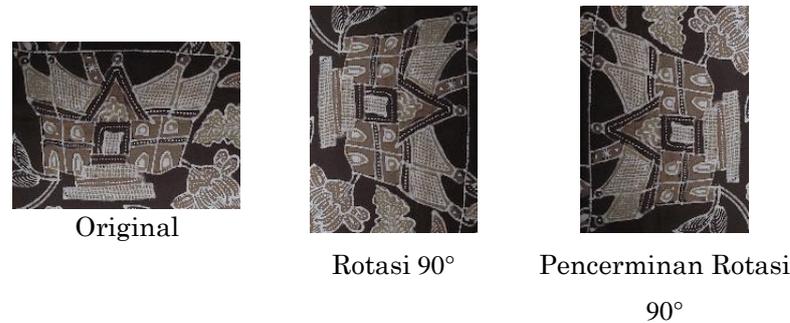
Citra yang sudah diakuisisi kemudian dipilah tingkat kelayakannya sebagai citra sampel. Citra yang dianggap layak sebagai sampel adalah citra yang menampilkan motif dari batik tanah liat dengan jelas. Setelah melakukan akuisisi dan pemilahan data, maka selanjutnya adalah melakukan *pre-processing* data menggunakan aplikasi pengolah gambar.

- a. *Cropping*: Melakukan pemotongan gambar untuk menghilangkan bagian yang tidak dibutuhkan. Hal ini dimaksudkan untuk memperkecil dimensi citra dan memotong waktu komputasi. Hasil *cropping* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Cropping Data Citra

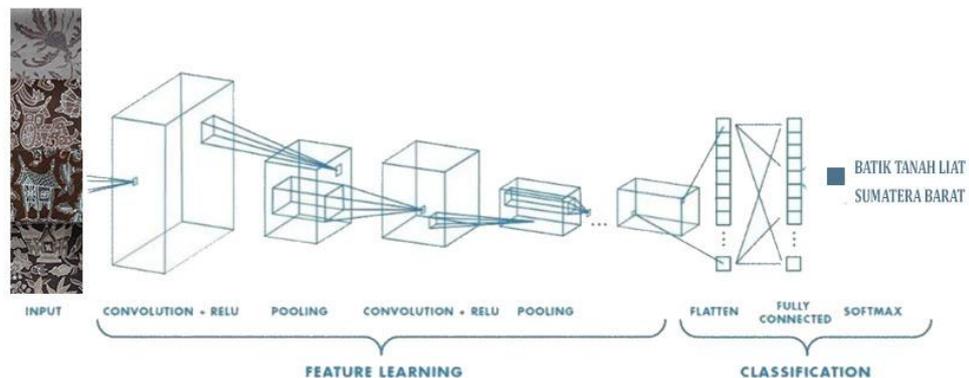
- b. *Translation* : melakukan perputaran, pencerminan terhadap citra. Proses rotasi dilakukan untuk menyediakan data ciri yang beragam, sehingga bisa mengenali orientasi yang bervariasi. Ilustrasi rotasi citra ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. *Translation* Data Citra

3. *Merancang* Arsitektur CNN

Convolutional Neural Network (CNN) adalah algoritma deep learning yang digunakan untuk memproses inputan data gambar, menentukan kepentingan (bobot dan bias yang dapat dipelajari) ke berbagai aspek dalam gambar dan berfungsi untuk membedakan objek satu dengan objek lainnya. CNN adalah salah satu jenis arsitektur neural network yang biasa digunakan pada data image. Sebenarnya CNN ini tidak jauh berbeda dengan neural network pada umumnya. CNN terdiri dari dari 2 lapisan arsitektur, yakni *feature learning* dan *classification layer* seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Arsitektur *Convolutional Neural Network*

Pada bagian *feature learning*, terdapat lapisan yang berguna menerima input gambar secara langsung diawal dan memprosesnya sampai menghasilkan output data. Lapisan yang ada pada proses ini terdiri dari lapisan konvolusi dan lapisan *pooling*, dimana setiap proses lapisan tersebut akan menghasilkan *feature maps* berupa angka-angka yang merepresentasikan gambar untuk kemudian diteruskan pada bagian lapisan klasifikasi.

Pada lapisan *classification*, terdiri dari beberapa lapisan yang berisi *neuron* yang terkoneksi penuh (*fully connected*) dengan lapisan lain. Lapisan ini menerima input dari *output layer* bagian feature learning yang kemudian diproses pada *flatten* dengan tambahan beberapa *hidden layer* pada *fully connected* hingga menghasilkan output berupa akurasi klasifikasi dari setiap kelas. Bagian dari lapisan arsitektur CNN dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Algoritma *Convolutional Neural Network*

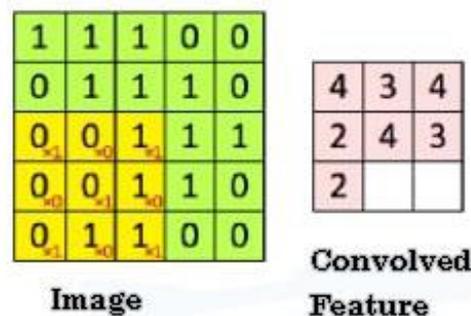
Algoritma Proses <i>Convolutional Neural Network</i>	
<i>Feature learning</i>	a. <i>Input Layer</i>
	b. <i>Convolution Layer</i>
	c. <i>Activation Layer</i>
	d. <i>Pooling Layer</i>
<i>Classification</i>	e. <i>Fully Connected Layer</i>
	f. <i>Output Layer</i>

a. *Input Layer*

Lapisan ini berguna untuk menampung *pixel value* dari citra yang diinputkan. Citra batik tanah liat yang telah diinputkan memiliki 3 channel warna RGB (*Red, Green, Blue*).

b. *Convolution Layer*

Convolutional layer terdiri dari *neuron* yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah *filter* dengan panjang dan tinggi (*pixels*). Proses konvolusi menggunakan *kernel* dan *stride*, proses konvolusi ini adalah proses kombinasi antara dua buah matriks yang berbeda untuk menghasilkan suatu nilai matriks yang baru. Dalam pengolahan citra, konvolusi berarti mengaplikasikan sebuah *kernel* (kotak kuning) pada citra di semua offset yang memungkinkan seperti ilustrasi pada gambar 6 berikut,



Gambar 6. Gambaran Operasi Konvolusi

Kotak hijau secara keseluruhan adalah gambar yang akan dilakukan konvolusi. *Kernel* bergerak dari sudut kiri atas ke kanan bawah. Sehingga hasil konvolusi dari gambar 6 dapat dilihat dari gambar di sebelah kanan.

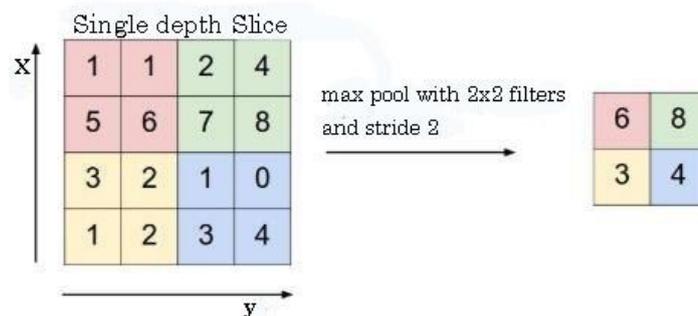
Tujuannya dilakukan konvolusi pada data gambar yaitu untuk mengekstraksi fitur dari gambar input.

c. *Activation layer*

Pada lapisan ini, terjadi proses pengubahan nilai nilai *feature map* pada jarak tertentu tergantung pada fungsi aktivasi yang dipakai, yaitu fungsi aktivasi ReLu. Pada dasarnya fungsi ReLu (*Rectified Linear Unit*) melakukan “*threshol*” dari 0 hingga infinity. Fungsi ini menjadi salah satu fungsi yang populer saat ini.

d. *Pooling layer*

Lapisan pooling bekerja di setiap tumpukan *feature map* dan melakukan pengurangan pada ukurannya. Bentuk lapisan *pooling* umumnya dengan menggunakan *filter* dengan ukuran 2x2 yang diaplikasikan dengan langkah sebanyak dua dan beroperasi pada setiap irisan dari inputnya. Berikut ini adalah contoh gambar operasi *max-pooling*:

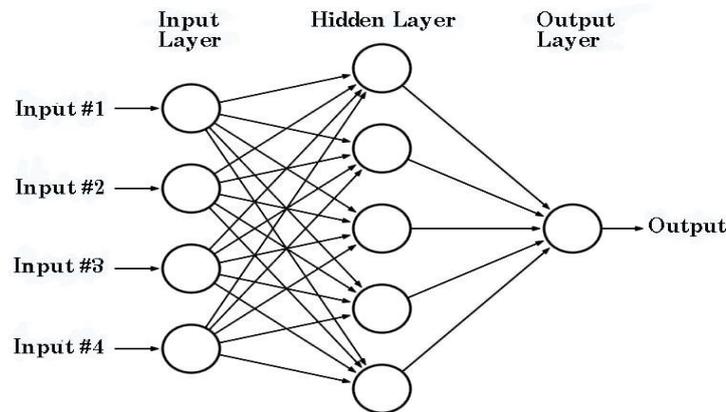


Gambar 7. Max-Pooling

Kotak yang berwarna merah, hijau, kuning dan biru pada sisi kiri merupakan kelompok kotak yang akan dipilih nilai maksimumnya. Sehingga hasil dari proses tersebut dapat dilihat pada kumpulan kotak disebelah kanannya.

e. *Fully connected layer*

Lapisan *Fully-connected* atau lebih dikenal dengan *dense layer* adalah lapisan dimana semua *neuron* aktivitas dari lapisan sebelumnya terhubung semua dengan *neuron* di lapisan selanjutnya seperti halnya jaringan syaraf tiruan



Gambar 8. Fully Connected Layer

f. *Output Layer*

Setelah itu dilanjutkan pada proses klasifikasi, yang mana dengan bantuan aktivasi softmax akan diklasifikasi input sesuai dengan target kategorinya yakni pada 4 kelas batik tanah liat (rumah gadang, rangkiang, kabau padati dan burung hong).

4. Mengimplementasikan CNN

Pada tahap ini dilakukan implementasi data batik tanah liat dengan metode Convolutional Neural Network (CNN), data yang sudah melewati tahapan diatas akan dianalisis sesuai tahapan-tahapan pada arsitektur CNN yang akan dibuat menggunakan bahasa pemrograman *python* yang berjalan diatas *tensorflow*.

5. Menguji Hasil dan Klasifikasi

Akurasi adalah sebuah matrik untuk mengevaluasi hasil dari model klasifikasi. Akurasi merupakan pembagian dari prediksi model yang dianggap benar dengan jumlah total yang diprediksi, perhitungan tersebut didefinisikan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah prediksi benar}}{\text{jumlah total prediksi}} \quad (1)$$

Hasil dan Pembahasan

1. Dataset

Data yang digunakan berupa citra dari batik tanah liat Sumatera Barat sebanyak 400 gambar yang terbagi dalam 4 kelas data. Penulis menetapkan perbandingan datanya yakni 80% : 20%, perbandingan data tersebut didasarkan pada *pareto principle* yang umumnya digunakan dalam data mining, dimana prinsip tersebut menyatakan bahwa 80% kejadian dihasilkan dari 20% sisanya.

Dari 400 gambar akan dipergunakan sebanyak 320 gambar untuk data latih (*train*) dan 80 gambar sebagai data uji (*test*). Pada Tabel 2 merangkum skenario pembagian *dataset* yang akan digunakan.

Tabel 2. Skenario Pembagian Dataset

Kelas	Total Gambar	Data Latih (<i>train</i>)	Data Uji (<i>test</i>)
		80 %	20 %
Rumah Gadang	150	120	30
Rangkiang	130	104	26
Kabau Padati	50	40	10
Burung Hong	70	56	14
Total	400	320	80

2. Hasil Pelatihan

Training dilakukan untuk membuat model yang akan di implementasi kan pada system klasifikasi. Sebelum training dijalankan, terdapat beberapa konfigurasi parameter yang harus diatur tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Ukuran Parameter

Parameter	Value
Batch Size	16
Epoch	100
Optimizer	Adam
Learning Rate	0.001

Batch Size adalah jumlah sampel data yang disebarkan ke *Neural Network*. Kemudian *Epoch* adalah ketika seluruh *dataset* sudah melalui proses *training* pada *Neural Network* sampai dikembalikan ke awal untuk sekali putaran. Optimizer adam adalah Optimasi yang digunakan untuk meningkatkan akurasi dari model yang telah dibuat. Adam adalah algoritma optimisasi tingkat pembelajaran. Hasil dari proses pelatihan (*train*) pada data *train* dapat dilihat Table 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Hasil Pelatihan *data train*

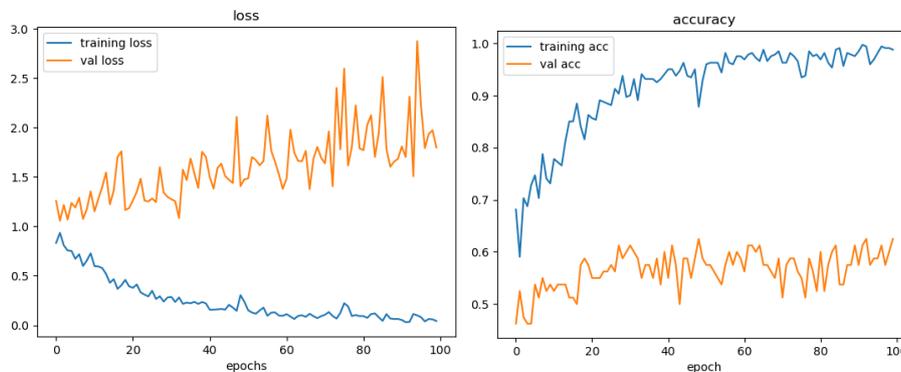
Epoch	Loss	Akurasi
1	0.8324	0.6812
2	0.9348	0.5906
3	0.8081	0.7031
4	0.7563	0.6875
5	0.7522	0.7281
...		
100	0.0429	0.9875

Pada tabel 4 hasil *training data train* batik tanah liat menunjukkan tingkat akurasi sebesar 98.75% dengan nilai loss sebesar 0.0429

Tabel 5. Hasil Pelatihan *data test*

Epoch	Loss	Akurasi
1	1.2574	0.4625
2	1.0571	0.5250
3	1.2156	0.4750
4	1.0682	0.4625
5	1.2376	0.4625
...		
100	1.7973	0.6250

pada tabel 5 hasil *training data test* tingkat akurasi sebesar 62.5% dengan nilai *loss* sebesar 1.7973. untuk mempermudah pengamatan nilai akurasi dan nilai *loss* ditampilkan dalam bentuk *grafik line* seperti pada gambar 9.

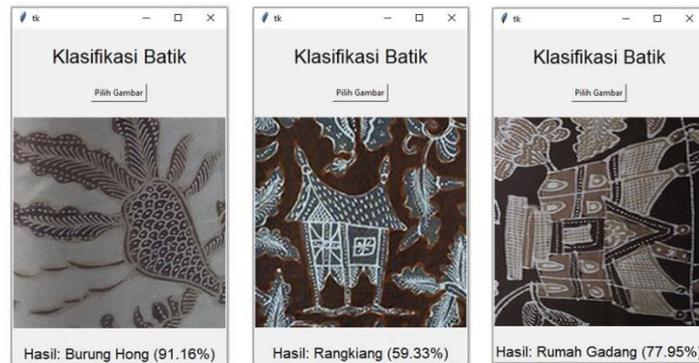


Gambar 9. Grafik Hasil Pelatihan

Dari gambar 9 dapat dilihat akurasi meningkat dan *loss* menurun, *Loss* adalah sebuah fungsi untuk mengukur seberapa baik sebuah prediksi dengan cara mengukur jarak hasil output prediksi dengan nilai target. Pada hasil pelatihan data train didapat akurasi sebesar 98.75%, sedangkan tahap pelatihan data uji didapat akurasi sebesar 62.5%. Akurasi merupakan perbandingan antara data yang diprediksi benar sesuai kelas target dengan keseluruhan data oleh model klasifikasi.

3. Hasil Pengujian

Setelah menghasilkan konfigurasi dan arsitektur CNN maka parameter yang diperoleh diimplementasikan melalui bantuan bahasa pemrograman python. Simulasi pengenalan citra batik tanah liat dilakukan pada data uji terhadap masing-masing jenis motif batik tanah liat. Pengujian menggunakan citra data uji (*test*) sebanyak 80 citra. Apakah citra dari batik yang diuji sesuai dengan kelasnya, contoh pengujian dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Pengujian Citra Batik Tanah Liat

Terlihat pada gambar 10 pengujian pada citra batik motif burung hong, motif rangkiang dan motif rumah gadang sesuai dengan kelasnya dengan probabilitas prediksi diatas 50%. Agar lebih mudah diamati maka dapat dijabarkan seperti terlihat pada tabel 6.

Tabel 6. Akurasi Prediksi Klasifikasi CNN

Kelas	Prediksi Benar	Prediksi Salah
Burung Hong	13	1
Kabau Padati	1	9
Rangkiang	16	10
Rumah Gadang	20	10

Jika disimpulkan hasil pengujian ke-1 sampai dengan pengujian ke-4 sesuai Tabel 6 gambar yang bisa dikenali oleh klasifikasi CNN adalah 50 dari 80 gambar. Tingkat akurasi CNN dalam mengidentifikasi gambar batik tanah liat Sumatera Barat dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah prediksi benar}}{\text{jumlah total prediksi}} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{13+1+16+20}{80} \times 100\% = \frac{50}{80} \times 100\% = 62.5\%$$

Jadi tingkat akurasi *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam pengklasifikasian Batik Tanah Liat Sumatera Barat sebesar 62.5%. Akurasi ini membuktikan bahwa CNN dapat mengklasifikasi Batik Tanah Liat Sumatera Barat dengan baik.

Simpulan

Metode *convolutional neural network* berhasil diimplementasikan untuk klasifikasi citra batik tanah liat Sumatera Barat menggunakan *library* keras dan *tensorflow* dengan bahasa pemrograman *python*. Pada hasil pelatihan data train didapat akurasi sebesar 98.75%, sedangkan tahap pelatihan data uji didapat akurasi sebesar 62.5%. Tingkat akurasi ini cukup baik dan sudah layak digunakan sebagai rujukan dalam membangun sebuah *real application* pengenalan motif batik atau objek lain secara umum. Terdapat citra yang kurang tepat diklasifikasi dikarenakan ukuran jarak pengambilan gambar, kemiripan warna, kemiripan motif, kualitas cahaya dan posisi gambar. Untuk pengembangan diperlukan aplikasi global untuk klasifikasi batik, mengingat hampir semua daerah di Indonesia memiliki motif batik daerahnya masing-masing.

Daftar Pustaka

- Anggeli, P., Agung, Mz., Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi, J., Negeri Sriwijaya Palembang, P., Jl Srijaya Negara, I., Besar, B., Ilir Barat, K. I., Palembang, K., & Selatan, S. (2021). Klasifikasi Alat Musik Tradisional dengan Metode Machine Learning dengan Librosa dan Tensorflow pada Python. In *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)* (Vol. 5, Issue 2).
- Bowo, T. A., Syaputra, H., & Akbar, M. (2020). Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Motif Citra Batik Solo. In *Journal of Software Engineering Ampera* (Vol. 1, Issue 2). <https://journal-computing.org/index.php/journal-sea/index>
- Febrian Tumewu, S. (2020). *Klasifikasi Motif Batik menggunakan metode Deep Convolutional Neural Network dengan Data Augmentation*.
- Fonda, H., Irawan, Y., Febriani, A., Informatika, S., & Pekanbaru, H. T. (2020). KLASIFIKASI BATIK RIAU DENGAN MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS (CNN) 1 2 3 Email : 1 2 3. In *JIK* (Vol. 9, Issue 1). <http://jik.htp.ac.id>
- Hasyim, F., Malik, K., Rizal, F., Nurul Jadid, U., Artikel, R., & Kunci Batik, K. (2021). Implementasi Algoritma Convolutional Neural Networks (CNN) Untuk Klasifikasi Batik. *Jurnal Kecerdasan Buatan, Komputasi Dan Teknologi Informasi*, 2(2), 40–47. <https://ejournal.unuja.ac.id/index.php/core>
- Kuwala, R. N., & Novrita, Z. (2022). RAGAM HIAS MOTIF BATIK TANAH LIEK DHARMASRAYA (Studi Kasus di Kerajinan Batik Tanah Liek Citra). *Gorga : Jurnal Seni Rupa*, 11(01), 8–15.
- Maulida, I. (2021). *KLASIFIKASI KAIN KHAS BATIK DAN KAIN KHAS SASIRANGAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*.
- Mawan, R. (2020). Klasifikasi motif batik menggunakan convolutional neural network. *Jnanaloka*, 1(2), 45–50. <https://doi.org/10.36802/jnanaloka>
- Muna Malika, & Edy Widodo. (2021). Implementasi Deep Learning Untuk Klasifikasi Gambar Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Batik Sasambo. *PROSIDING KONFERENSI NASIONAL MATEMATIKA XX*, 2(1), 335–340. <https://doi.org/10.30598/PattimuraSci.2021.KNMXX>
- Muwafiq, A., & Pamungkas, D. P. (2020). Implementasi Convolutional Neural

- Network untuk klasifikasi motif batik. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 4(2), 121–126.
- Omori, Y., & Shima, Y. (2020). Image Augmentation for Eye Contact Detection Based on Combination of Pre-trained Alex-Net CNN and SVM. *Journal of Computers*, 15(3), 85–97. <https://doi.org/10.17706/jcp.15.3>
- Prahartiningsyah, A. A., & Kurniawan, T. B. (2021). Pengenalan Pola Angka Menggunakan Pendekatan Optimisasi Sistem Kekebalan Buatan (Artificial Immune System). *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 5(3), 856. <https://doi.org/10.30865/mib.v5i3.2997>
- Putri, E. H., & Midawati, M. (2020). Sejarah Batik Tanah liek dan Pekerjaan Perempuan Perajin Batik di Kabupaten Dharmasraya. *HISTORIA: Jurnal Program Studi Pendidikan Sejarah*, 8(1), 13. <https://doi.org/10.24127/hj.v8i1.2472>
- Zein Ersyad, M., Ramadhani, K. N., & Arifianto, A. (2020). *Pengenalan Bentuk Tangan dengan Convolutional Neural Network (CNN)*.