

**IMPLEMENTASI DEEP LEARNING PADA IMAGE
CLASIFIKASI MENGGUNAKAN ALGORITMA
CONVOLUTION NEURAL NETWORK (CNN) PADA KAIN
ULOS**

SKRIPSI



**Oleh :
SARINAULI SIMANUNGKALIT
2055201114**

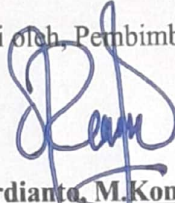
**TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS LANCAANG KUNING
PEKANBARU
2023/2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

Nama : Sarinauli Simanungkalit
Nim : 2055201114
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Skripsi : Implementasi Deep Learning Pada Image Classification
Menggunakan Algoritma Convolution Neural Network (CNN)
Pada Kain Ulos

Pekanbaru, 06 Februari 2024

Disetujui oleh, Pembimbing


Roki Hardianto, M.Kom., MTA

NIDN : 1010019202

Mengetahui,

Dekan

Fakultas Ilmu Komputer



Dr. Yogi Yusef, M.Kom., MTA., MCE

NIDN : 1022068803

Ketua Prodi

Teknik Informatika



Yogi Ersan Fadrial, M.Kom., MTA

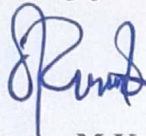
NIDN : 1027109202

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Sarinauli Simanungkalit
Nim : 20552011114
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Skripsi : Implementasi Deep Learning Pada Image Classification
Menggunakan Algoritma Convolution Neural Network (CNN)
Pada Kain Ulos

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal Juli 2024, sebagai syarat mendapatkan gelar Sarjana(S.Kom).

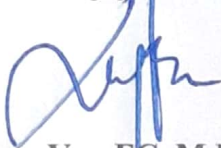
Dewan Penguji, Ketua



Roki Hardianto, M.Kom., MTA

NIDN : 1010019202

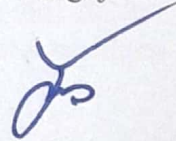
Penguji I



Lucky Lhaura Van FC, M.Kom., MTA

NIDN : 1016049001

Penguji II



Yuvi Darmayunata, ST, M.Kom

NIDN : 1013048101

Mengetahui,

Dekan



Dr. Yogi Yusef, M.Kom., MTA., MCE

NIDN : 1022068803

Ketua Prodi



Yogi Ersan Fadrial, M.Kom., MTA

NIDN : 102710920

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terapat Karya/Pendpat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Apabila ditemukan suatu jiblanan/plagiata maka saya bersedia menerima akibat berupa sanksi akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh yang berwenang sesuai ketentuan peraturan dan perundang-undanga yang berlaku.

Pekanbaru, 01 Juli 2024
Yang membuat pernyataan



Sarinauli Simanungkalit
2055201114

Rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa . Atas karunia-Nya, hingga saya menjadi manusia yang berfikir, berilmu, berpengetahuan, berakhlak dan bersyukur. Semoga tercapai cita-cita dan keberhasilan menghampiri saya dan menjadi berguna bagi keluarga, masyarakat, dan negara.

Skripsi ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri yang telah berjuang dan berusaha selama ini. Terimakasih atas kerja kerasnya. Mari tetap berdoa dan berusaha serta jangan menyerah untuk kedepannya.

Dengan ini saya mempersembahkan skripsi ini untuk kedua orang tua saya atas doa, dukungan dan semangat dari kedua orang tua saya sehingga saya bias menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa khusus untuk abang kandung saya yang selalu menyupport saya baik dalam keadaan terpuruk, kesulitan, kehilangan arah, selalu memberi wawasan yang baru agar saya lebih semangat dalam menyelesaikan skripsi saya. Tidak lupa juga saya berterimakasih kepada teman seperjuangan saya.

Saya juga mengucapkan Terimakasih Kepada:

1. Keluarga besar saya yang selalu memberi dukungan dalam menyelesaikan skripsi saya ini.
2. Bapak Roki Hadiano, M.Kom.,MTA selaku pembimbing skripsi dan Dosen pembimbing akademik saya yang selalu membimbing saya dengan baik untuk menyelesaikan skripsi saya.
3. Rekan seperjuangan saya Prodi Teknik Informatika angkatan 20 dan juga rekan rekan saya yang berada diluar kampus dan dikost Opung yang selalu mensupport dan mendukung saya untuk menyelesaikan skripsi.
4. Saya juga berterimakasih kepada sahabat sahabat saya dan itu, tulang

yang selalu memberikan dukungan disaat saya sedang ada masalah internal an eksternal selama saya menyusun skripsi.

5. Saya juga berterimakasih kepada Mak Tua saya yang telah bersedia menjadi tempat penelitian saya selama membuat skripsi ini.
6. Saya juga berterimakasih terkhusus untuk abang kandung saya yang selalu mendukung dan menyempatkan waktunya untuk mengajari, memberi motivasi agar saya semangat dalam menyusun skripsi saya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Implementasi Deep learning pada image classification Menggunakan Algoritma Convolution Neural Network(CNN) Pada Kain Ulos". Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan mata kuliah skripsi dan study jenjang S1. Dengan pelaksanaan skripsi ini diharapkan membantu menambah wawasan, menerapkan ilmu-ilmu yang selama ini penulis peroleh di bangku kuliah maupun pihak-pihak yang berkepentingan sebagai masukan yang berguna.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dukungan, dan pengarahan yang sangat berharga dari berbagai pihak baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Oleh karena itu kesempatan pada kesempatan ini dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, Tuhan Yesus karena selalu mendengarkan doa yang penulis selalu panjatkan supaya diberikan kelancaran dalam pengerjaan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Yogi Yunefri, M.Kom., MCE. Selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Afriansyah, M.Kom. Selaku Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer.

4. Ibu Lucky Lhaura Van F.C, M.Kom., MTA. Selaku Wakil Dekan II Fakultas Ilmu Komputer.
5. Bapak Sutejo, M.kom. Selaku Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer
6. Bapak Yogi Ersan Fadrial, M.Kom. Selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
7. Bapak Roki Hardianto, M.Kom., MTA. Selaku dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberi arahan ilmu, saran, semangat, nasihat, dan kesabaran dalam membimbing.
8. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning yang telah memberi nasihat, semangat, saran dan arahan ilmu selama ini.
9. Bapak/Ibu dosen fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning yang telah Memberikan informasi dan kemudahan dalam penyusunan berbagai berkas.
10. Semua pihak yang telah memberi bantuannya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan secara tepat waktu.

Demikian proposal skripsi ini penulis susun. Semoga dapat bermanfaat bagi siapa pun yang membacanya.

Pekanbaru, 27 Juni 2024

Sarinauli Simanungkalit
2055201114

IMPLEMENTASI DEEP LEARNING PADA IMAGE CLASIFIKASI MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTION NEURAL NETWORK (CNN) PADA KAIN ULOS

Sarinauli Simanungkalit
Email : sarinauli27@gmail.com

ABSTRAK

Kain Ulos yang merupakan kain tradisional khas masyarakat Batak Sumatera Utara mempunyai corak dan kekhasan, oleh karena itu memerlukan teknik pengenalan untuk mengotomatisasi klasifikasinya. Menggunakan kumpulan data gambar ulos yang terdiri dari 350 gambar yang diproses dan model CNN dibuat dan dilatih di TensorFlow dan Keras. Dataset dibagi menjadi data pelatihan data validasi, dengan penggunaan augmentasi data meningkatkan variasi dan jumlah data. Arsitektur model CNN yang digunakan terdiri dari multiple convolutional, pooling dan full connected, dengan dropout karena overfitting. Model ini dilatih menggunakan ImageDataGenerator untuk meningkatkan normalisasi gambar. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model yang dibangun mampu mencapai akurasi sebesar 98,00% pada data validasi. Evaluasi lebih lanjut dilakukan dengan menghasilkan laporan klasifikasi dan matriks kebingungan untuk memahami performa model pada setiap kelas. Evaluasi lebih lanjut dilakukan dengan menghasilkan laporan klasifikasi dan matriks kebingungan untuk memahami performa model pada setiap kelas.

Kata Kunci: Deep Learning, Convolutional Neural Network, Klasifikasi Gambar, Kain Ulos, Google Colab, Python.

IMPLEMENTASI DEEP LEARNING PADA IMAGE CLASIFIKASI MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTION NEURAL NETWORK (CNN) PADA KAIN ULOS

Sarinauli Simanungkalit
Email : sarinauli27@gmail.com

ABSTRAK

Ulos cloth, which is a traditional cloth typical of the Batak people of North Sumatra, has patterns and characteristics, therefore it requires recognition techniques to automate its classification. Using the ulos image dataset consisting of 350 processed images and a CNN model was created and trained on TensorFlow and Keras. The dataset is divided into training data, validation data, with the use of data augmentation increasing the variety and amount of data. The CNN model architecture used consists of multiple convolutional, pooling and full connected, with dropout due to overfitting. The model is trained using ImageDataGenerator to improve image normalization. The training results show that the model built was able to achieve an accuracy of 98.00% on validation data. Further evaluation was carried out by producing a classification report and confusion matrix to understand the model performance in each class. Further evaluation was carried out by producing a classification report and confusion matrix to understand the model performance in each class.

Keywords: Deep Learning, Convolutional Neural Network, Image Classification, Ulos Fabric, Google Colab, Python

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HAAMAN PERNYATAAN KEASIAN KARYA ILMIAH	
HALAMAN PERSEMBAHAN	i
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A.Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB I PENDAHULUAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	5
BAB IV GAMBARAN UMUM OBJEK PENELITIAN	5
BAB V HASIL DAN PUEMBAHASAN.....	5
BAB VI KESIMPULAN.....	6
DAFTAR PUSTAKA	6
LAMPIRAN	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Tinjauan Penelitian Terdahulu.....	7
B. Teori Dasar yang Digunakan	19
a. Citra Digital	19

b.	Pengolahan Citra.....	21
c.	Pengertian kain ulos.....	21
d.	Convolutional Neural Network.....	22
e.	Akuisisi Citra.....	28
f.	Google Colab.....	28
BAB III		29
METODE PENELITIAN		29
A.	Tahapan Penelitian.....	29
B.	Lokasi dan waktu.....	31
C.	Data yang digunakan.....	32
D.	Teknik pengumpulan data.....	32
E.	Pemodelan yang digunakan.....	32
BAB IV		34
GAMBARAN UMUM OBJEK PENELITIAN		34
A.	Sejarah Kain Ulos.....	34
B.	Cara Pembuatan Ulos.....	37
BAB V		40
HASIL DAN PEMBAHASAN		40
A.	Analisis data.....	40
A.	Pengumpulan Data.....	40
B.	Program PYTHON(Google Colab).....	41
C.	Preprocessing Data.....	46
D.	Training dan Testing Data.....	47
E.	CNN(Convolutional Neural Network).....	49
1.	Convolution Layers.....	49
2.	Pooling layer.....	49
3.	Fully Connected Layer.....	50
4.	Akurasi.....	53
5.	Grafik Training Loss dan Valodation Loss.....	55
6.	Ekstraksi Ciri Pada Motif Ulos.....	58
BAB VI		61
KESIMPULAN DAN SARAN		61
A.	KESIMPULAN.....	61
B.	SARAN.....	62
DAFTAR PUSTAKA		63

LAMPIRAN.....	65
---------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Penelitian Terdahulu.....	13
Tabel 2. 2 Tabel Perbandingan Metode Pustaka lain.....	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Reprsentasi Citrs Digital Dalam 2 Dimensi (Bernd, 2000)	21
Gambar 2. 2 Arsitektur Convolutional Neural Network (Triakno Nurhikmat, 2018)	23
Gambar 2. 3 Convolution Layer (Medium Samuel Sena, 2017).....	25
Gambar 2. 4 Operasi Max-Pooling (Medium Samuel Sena, 2017)	26
Gambar 2. 5 Processing of a Fully-Connected Layer	27
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	29
Gambar 4. 1 hasil Survey pada penenunan kain ulos	39
Gambar 5. 1 Penguploadtan Pada Google drive.....	41
Gambar 5. 2 Pemanggian Data pada Google Colab.....	42
Gambar 5. 3 tahapan preprocessing.....	
	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5. 4 proses training dan testing.....	47
Gambar 5. 5 proses image generator.....	48
Gambar 5. 6 proses CNN(convolutional neural network.....	50
Gambar 5. 7proses pelatihan model.....	53
Gambar 5. 8 tahapan Akurasi.....	54
Gambar 5. 9 gravik training dan Validation loss.....	55
Gambar 5. 10 proses taraining dan validasi loss.....	55
Gambar 5. 11proses ekstraksi ciri pada ulos.....	59
Gambar 5. 12 Hasil Ekstraksi Ciri dari ulos dan TERDETEKSI.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

A.Latar Belakang

Ulos merupakan kain tenun khas Batak yang berbentuk selendang. Benda suci ini merupakan simbol keberkahan, kasih sayang dan persatuan, sesuai adagium Batak yang berbunyi “Ijuk pangihot ni hodong, Ulos pangihot ni holong”, artinya jika ijuk menjadi pengikat pelepah pada batang, maka ulos menjadi pengikat kasih sayang antar manusia. Ulos secara harafiah berarti selimut yang menghangatkan tubuh sekaligus melindunginya paparan udara dingin. (A. F. Siregar & Mauritsius, 2021)

Menurut kepercayaan suku Batak, ada tiga sumber pemberi panas manusia yaitu matahari, api dan ulos. Dari ketiga sumber kehangatan tersebut, Ulos dinilai paling banyak nyaman dan akrab dengan kehidupan sehari-hari. Hal ini disebabkan oleh kebiasaan mereka hidup dan bertani daerah pegunungan. Dengan mendiami dataran tinggi berarti mereka harus bersiap menghadapi ancaman cuaca dingin. Kain ulos tidak serta merta menjadi sakral pada awal kemunculannya, Kain ulos saat ini mempunyai peranan yang sangat penting bagi masyarakat Batak jga digunakan dalam beberapa ritual dalam upacara seperti kelahiran , kematian dan pernikahan. (Ashraf et al., 2022)

Ulos juga merupakan salah satu kain warisan tradisional budaya Batak. Kain ulos terbagi menjadi beberapa jenis yang masing-masing memiliki fungsi tersendiri. Ulos Ragi Hotang, Ulos Pinunsaan, Ulos Sibolang, Ulos Ragi Hidup, dan Ulos Sadum merupakan lima motif ulos Batak. Motif ulos Batak semakin berkembang seiring berjalannya waktu dan kini

sudah terkenal di negara lain. Namun banyak masyarakat awam yang kesulitan membedakan kain ulos dengan kain lainnya.(Muliono et al., 2023)

Deep learning adalah metode kecerdasan buatan (AI) yang mengajarkan komputer untuk memproses data dengan cara yang mirip dengan cara otak manusia melakukannya. Deep learning mampu melakukan dan mengenali pola kompleks dalam gambar, teks, suara, dan data untuk menghasilkan wawasan dan prediksi yang akurat. Deep Learning juga dapat digunakan untuk mengotomatiskan tugas yang sebaliknya memerlukan kecerdasan manusia, seperti mendeskripsikan gambar atau menyalin file suara menjadi teks. Di dalam pengenalan gambar digital, Convolutional Neural Network metode ini memberikan hasil yang paling signifikan. hal ini disebabkan fakta bahwa CNN didasarkan pada sistem pengenalan gambar di korteks visual manusia.(Muliono et al., 2023)

Kemampuan CNN dianggap terbaik untuk menyelesaikan masalah deteksi dan pengenalan Pada tahun 2012, penelitian terhadap CNN memungkinkan pengenalan gambar digital dengan akurasi yang menyaingi manusia pada kumpulan data tertentu. Namun CNN, seperti model deep learning lainnya, memiliki proses pelatihan model yang relatif lama. Namun dengan meningkatnya perkembangan perangkat keras masalah ini dapat diatasi dengan menggunakan teknologi unit pemrosesan grafis dan PC dengan teknologi tinggi. Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini menerapkan implementasi dari metode deep learning menggunakan CNN untuk membantu mengenali kain ulos. Penelitian ini fokus pada cara mengklasifikasikan gambar kain pada Kain Ulos. (Patil & Rane, 2021).

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa gambar yang diperoleh melalui observasi langsung. Foto yang digunakan adalah gambar berupa gambar dengan format JPEG yang diperoleh dengan cara mengambil gambar secara langsung menggunakan kamera ponsel pintar. Keseluruhan data yang diperoleh berjumlah 300 gambar yang terdiri dari 5 kategori yaitu Ulos Ragi Hotang, Ulos Pinunsaan, Ulos Sibolang, Ulos Ragi Hidup, dan Ulos Sadum, dengan rincian sebanyak 60 gambar Ragi Hotang, 60 gambar Pinusam, 60 gambar Sibolang, 60 gambar Ragi Hidup dan 60 gambar Sadum. Sebanyak 200 gambar digunakan sebagai data latih dan 100 gambar sebagai data uji.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana implementasi metode *Deep Learning* menggunakan CNN untuk mengklasifikasikan citra Kain Ulos berdasarkan dari jenis jenis Motif Kain Ulos ?
2. Bagaimana tingkat akurasi yang didapatkan dari hasil klasifikasi menggunakan CNN?

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam peneliti ini adalah :

1. Motif Kain ulos yang dapat diidentifikasi adalah Ulos Ragi Hotang, Ulos Pinunsaan, Ulos Sibolang, Ulos Ragi Hidup, dan Ulos Sadum .
2. Dataset yang digunakan adalah data citra motif ulos sebanyak 300 citra, dan dataset tersebut diambil melali foto secara langsung.
3. Citra yang digunakan memiliki ukuran *pixel* 227x227.

4. Penelitian ini hanya membahas jenis motif kain ulos ,dan menggunakan Bahasa peograman pyton (colab).

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang digunakan dalam peneliti ini adalah :

1. Mengetahui implementasi metode *Deep Learning* menggunakan CNN untuk mengklasifikasikan citra kain Ulos berdasarkan dari Jenis- jenis kain Ulos.
2. Mengetahui tingkat akurasi yang didapatkan dari hasil klasifikasi menggunakan CNN.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diberikan dalam penelitian ini adalah :

1. Memberikan pengetahuan mengenai implementasi deep learning menggunakan *Convolutional Neural Network* untuk klasifikasi citra Kain Ulos.
2. Mengetahui tingkat akurasi dari implementasi *Convolutioanl Neural Network* (CNN).
3. Mengklasifikasikan Kain Ulos berdasarkan Jenis-jenis Motif Kain Ulos.
4. Membantu para pecinta Kain Ulos dalam mengenali Jenis-Jenis Motif Kain Ulos.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dipergunakan dalam penulisan tugas akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan tentang Tinjauan penelitian terdahulu, Teori dasar yang akan digunakan pada penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang tahapan tahapan penelitian, lokasi dan waktu penelitian, data yang digunakan, teknik pengumpulan data , metode ang digunakan.

BAB IV GAMBARAN UMUM OBJEK PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang Sejarah Ulos, Cara Pembuatan Kain Ulos.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang pembahasan yang dilakukan mulai dari pengolahan data hingga menemukan Hasil dari penelitian.

BAB VI KESIMPULAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian dan saran dari peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka ini berisi referensi yang digunakan peneliti

LAMPIRAN

Lampiran ini berisi mengenai data data yang dipakai penelitian selama meneliti.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Implementasi deep learning pada gambar menggunakan algoritma Convolutional Neural Network pada struktur ulos menggunakan dataset sebanyak 300 gambar yang disimpan di Google Drive menunjukkan hasil sangat baik dengan akurasi 98,00%.
2. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model CNN mampu mencapai akurasi 98,00% pada data validasi. CNN untuk klasifikasi kain Ulos Algoritma CNN mampu mengenali dengan baik tekstur dan ciri khas kain Ulos, sehingga memberikan akurasi yang tinggi dalam proses klasifikasi.
3. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa algoritma *Convolutional Neural Network* dalam mengklasifikasi jenismotif kain ulos menghasilkan hasil yang baik. Hasil pengujian ini, menunjukkan bahwa mendeteksi motif ulos yang sama di gambar ulos yang berbagai bentuk dan cara pengambilannya.

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan , masih teridentifikasi beberapa aspek yang memerlukan perbaikan yaitu:

1. Meningkatkan ukuran dataset: untuk ketahanan dan generalisasi model, adalah untuk meningkatkan jumlah data gambar dalam dataset
2. Mengumpulkan lebih banyak data dari berbagai sumber dapat membantu model mengenali lebih banyak variasi jaringan ulos.
3. Augmentasi Data: Menggunakan teknik augmentasi data seperti memutar, membalik, memperbesar, dan pencahayaan dapat memperkaya kumpulan data dan membantunya belajar dari rentang variasi yang lebih luas yang dapat lebih meningkatkan performa model.
4. Validasi silang: penerapan teknik validasi seperti validasi silang k-fold untuk memastikan bahwa model tidak overfit dan memiliki performa yang konsisten pada data yang dilihat selama pelatihan.
5. Pengoptimalan hyperparameter: menyetel hyperparameter untuk menemukan konfigurasi model CNN, termasuk kedalaman lapisan , ukuran kernel, dan kecepatan pembelajaran , yang dapat membantu meningkatkan akurasi dan efisiensi model.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashraf, R., Ijaz, Y., Asif, M., Haider, K. Z., Mahmood, T., & Owais, M. (2022). Classification of Woven Fabric Faulty Images Using Convolution Neural Network. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/2573805>
- Fitrilia, E., Hutagalung, S., & Sitompul, P. (2023). Implementasi Deep Learning Menggunakan Metode Cnn Untuk Klasifikasi Jenis Ulos Batak Toba. *Student Scientific Creativity Journal (SSCJ)*, 1(4), 1–19. <https://doi.org/10.55606/sscj-amik.v1i4.1541>
- Gelar Guntara, R. (2023). Pemanfaatan Google Colab Untuk Aplikasi Pendeteksian Masker Wajah Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLOv7. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(1), 55–60. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v5i1.750>
- Girsang, N. D. (2022). Klasifikasi Jenis Hiu Simalungun Sumatera Utara Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network.
- Hasibuan, R. A., & Rochmat, S. (2021). Ulos as Batak Cultural Wisdom Towards World Heritage. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, 4(2), 853–864. <https://doi.org/10.33258/birle.v4i2.1865>
- Jawa, A. M., & Iriani, A. (2023). Basis Pengetahuan Nilai-nilai Kain Tenun Sumba dengan Model Suci dan Convolutional Neural Network. *Aiti*, 20(1), 1–

15. <https://doi.org/10.24246/aiti.v20i1.1-15>
- Muliono, R., Iranita, M. S., & Syah, R. B. Y. (2023). An Effectivity Deep Learning Optimization Model to Traditional Batak Culture Ulos Classification. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(4), 634–638.
<https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140469>
- Patil, A., & Rane, M. (2021). Convolutional Neural Networks: An Overview and Its Applications in Pattern Recognition. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 195, 21–30. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7078-0_3
- Siagian, N. (2023). Perancangan Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Penajaman Sisi Citra Hasil Fingerprint Menggunakan Metode Fourier Phase Only Synthesis. *Jurnal Ilmu Komputer, Teknologi Dan Informasi*, 1(2), 66–75.
- Siregar, A. F., & Mauritsius, T. (2021). Ulos fabric classification using android-based convolutional neural network. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 17(3), 753–766.
<https://doi.org/10.24507/ijicic.17.03.753>
- Siregar, B., Panggabean, I. P. S., Fahmi, & Hizriadi, A. (2021). Classification of traditional ulos of Batak Toba ssing probabilistic neural network. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012131>

Triakno Nurhikmat. (2018). *IMPLEMENTASI DEEP LEARNING UNTUK IMAGE
CLASSIFICATION MENGGUNAKAN ALGORITMA
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) PADA CITRA
WAYANG GOLEK.*