

Deteksi Ginjal Berdasarkan Citra CT Scan Dengan Algoritma Convolution Neural Network

Daniel Lubis¹, Indah Rosita J. Sihombing², Hotmaida Br Manihuruk³, Benjamin Situmorang⁴, Alwin M Simarmata^{*5}

^{1,2,3,4,5}Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Prima Indonesia, Medan, Indonesia

Email: ¹danielpardomuanlubis24@gmail.com, ²hombingindah42@gmail.com,
³maymanihuruk22@gmail.com, ⁴benjaminsitumorang08@gmail.com,
⁵allwinsimarmata@unprimdn.ac.id

Abstrak

Penyakit ginjal merupakan masalah kesehatan serius yang memerlukan deteksi dini untuk meningkatkan peluang penyembuhan. Salah satu tantangan utama dalam mendeteksi kista ginjal adalah mencapai akurasi tinggi dalam klasifikasi gambar *CT-Scan* dengan algoritma Convolutional Neural Network (CNN), di mana metode konvensional sering kali menunjukkan hasil yang tidak konsisten. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan kinerja algoritma deep learning, terutama convolutional neural network dalam mendeteksi kista ginjal berdasarkan citra *CT-Scan*. Solusi yang diusulkan mencakup proses preprocessing yang teliti, meliputi resizing gambar, augmentasi data, segmentasi, dan ekstraksi fitur penting untuk memastikan kualitas input ke model. Dataset yang digunakan terdiri dari gambar *CT-Scan* dengan empat kelas, yaitu Normal, *Cyst Tumor*, *Stone*. Model yang dikembangkan berhasil mencapai akurasi 0,9494, akurasi validasi 0,9507, loss 0,1510 dan loss validasi 0,1270 pada epoch-19, menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan penelitian sebelumnya dengan metode serupa. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode CNN dapat diadaptasi untuk aplikasi klinis yang lebih luas dan mendukung dokter dalam diagnosis kista ginjal secara lebih akurat dan tepat. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi teknik preprocessing yang lebih canggih serta pengujian dengan dataset yang lebih beragam untuk meningkatkan generalisasi dan keandalan model. Dengan hasil ini, algoritma CNN terbukti sebagai solusi potensial yang patut dipertimbangkan dalam deteksi kista ginjal.

Kata kunci: CNN, Deteksi, Kista Ginjal

Kidney CYST Detection Based On CT Scan Image With Convolution Neural Network Algorithm

Abstract

Kidney disease is a serious health problem that requires early detection to increase the chances of cure. One of the main challenges in detecting kidney cysts is achieving high accuracy in CT-Scan image classification with Convolutional Neural Network (CNN) algorithm, where conventional methods often show inconsistent results. This study aims to classify the performance of deep learning algorithms, especially convolutional neural network in detecting kidney cysts based on CT-Scan images. The proposed solution includes meticulous preprocessing, including image resizing, data augmentation, segmentation, and extraction of important features to ensure the quality of input to the model. The dataset used consists of CT-Scan images with four classes, namely Normal, Cyst Tumor, Stone. The developed model successfully achieved accuracy 0.9494, validation accuracy 0.9507, loss 0.1510 and validation loss 0.1270 at epoch-19, showing significant improvement over previous studies with similar methods. This study shows that the CNN method can be adapted for wider clinical applications and support doctors in the diagnosis of kidney cysts more accurately and precisely. For future research, it is recommended to explore more advanced preprocessing techniques as well as testing with more diverse datasets to improve the generalizability and reliability of the model. With these results, CNN algorithm is proven to be a potential solution worth considering in kidney cyst detection.

Keywords: CNN, Detection, Kidney Cyst

1. PENDAHULUAN

Ginjal merupakan organ vital manusia yang bertugas untuk menyaring sisa-sisa metabolisme tubuh, oleh karena itu jika ada masalah pada ginjal, maka ginjal tersebut tidak akan berfungsi dengan baik[1]. Jika sisa metabolisme dibiarkan menumpuk di dalam tubuh dan produksi serta ekskresi sisa metabolisme tidak seimbang, maka sisa tersebut dapat menjadi zat beracun[2]. Penyakit dalam ginjal bisa meningkatkan resiko kematian bagi pasien dan menyebabkan munculnya penyakit lain [3]. Salah satu penyakit pada ginjal adalah kista ginjal [4].

Kista ginjal merupakan kantung oval atau bulat dan berisi cairan yang terbentuk didalam ginjal [5]. Kista juga bisa berisi cairan, darah, maupun nanah[6]. Kista ginjal dapat berkisar dari jinak hingga ganas[7]. Kista ginjal bisa disebabkan oleh tidak normalnya kongenital maupun kelainan yang didapat[8]. CT-Scan (Computed Tomography Scanner) adalah alat diagnostik yang memiliki aplikasi luas untuk memeriksa berbagai organ tubuh, termasuk sistem saraf pusat, otot dan tulang, tenggorokan, serta rongga perut. Dimana analisis citra CT-Scan sangat berperan dalam diagnosis dan manajemen kondisi ini[9]. CT-Scan banyak digunakan dalam teknik diagnostik non-invasif. [10] Berdasarkan study of kidney, jumlah pasien yang mengidap penyakit ginjal kronis melebihi 2,8 ratus juta dan masih meningkat pesat. Dilaporkan bahwa morbiditas dan mortalitas penyakit ginjal meningkat dua kali lipat dalam setahun terakhir oleh National Institute of Health.

Resiko gangguan fungsi ginjal meningkat seiring bertambahnya usia dengan penurunan laju filtrasi glomerulus dan peningkatan kejadian kista ginjal[11]. Salah satu algoritma Deep Learning yang diterapkan dalam pemrosesan gambar adalah Convolutional Neural Network (CNN)[12]. CNN dapat digunakan dan diimplementasikan untuk pengenalan citra dengan tingkat akurasi yang setara dengan kemampuan manusia pada dataset tertentu. Selain itu, CNN mampu mempelajari jenis fitur yang dapat meningkatkan akurasi jika diterapkan dengan tepat[13]. CNN memungkinkan untuk meningkatkan aplikasi umum dari CT-Scan seperti penggunaan sumber daya medis yang efisien, diagnosis patologi yang tidak mencolok, pengurangan waktu interpretasi gambar dan meningkatkan hasil reliabilitas medis. CNN dapat memiliki puluhan hingga ratusan lapisan yang masing-masing belajar mendeteksi berbagai gambar. [14]

Pada penelitian Naufal et al [15], dalam penelitiannya menggunakan algoritma CNN untuk mengolah data citra atau gambar. Gunawan et al [16], dalam penelitiannya mengatakan dalam dunia medis, penggunaan deep learning telah berkembang pesat dan kini menjadi pilihan yang menjanjikan untuk menganalisis citra medis. Metode yang diterapkan adalah convolutional neural network (CNN). Sulistio et al [17], dalam penelitiannya melakukan klasifikasi Pneumonia menggunakan CNN dan MobileNet. Optimizer Nadam dan Adam mendapatkan hasil yang baik. Kedua model mendapatkan tingkat akurasi lebih dari 95%. Optimizer Nadam mendapatkan tingkat akurasi yang lebih tinggi daripada AdaMax. Hatta et al [1], menggunakan deep learning untuk mengolah dataset dengan teknik optimizer Adamax learning.

Bedasarkan ulasan penelitian diatas, penerapan algoritma Convolution Neural Network (CNN) teruji akurat dalam menganalisa dataset citra atau gambar. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengembangkan metode deteksi kista ginjal berdasarkan citra CT-Scan dengan menggunakan CNN.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Peneliti akan berfokus pada deteksi kista ginjal berdasarkan citra CT-scan dengan algoritma convolutional neural network (CNN).

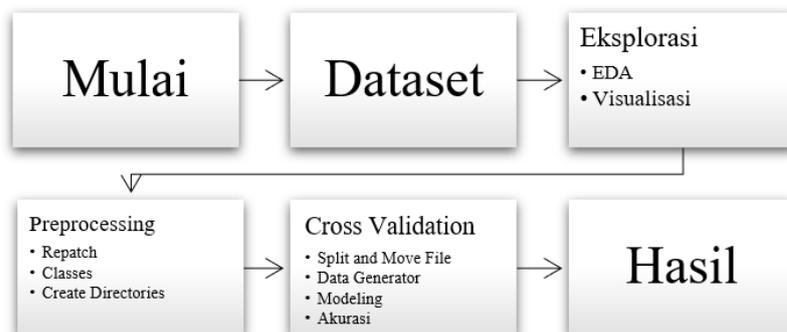
2.1. Studi Literatur

1. Harahap et al., [18] Dalam penelitian tentang implementasi algoritma Convolutional Neural Network untuk mendeteksi penyakit ginjal Menunjukkan Hasil akhir accuracy yang didapat dari setelah melakukan tahap-tahapan yaitu dengan nilai 75,17% dan mendapatkan nilai f1-skor 68%.
2. Kittipongdaja & Siribornratanakul, [19] Mengusulkan studi segmentasi ginjal menggunakan 2.5D ResUNet dan 2.5D DenseUNet untuk mengekstraksi fitur intra-irisan dan antar-irisan secara efisien. Model dilatih dan divalidasi pada kumpulan data publik dari Kidney Tumor Segmentation (KiTS19). Hasilnya, semua model eksperimental mencapai skor rata-rata tinggi minimal 95% pada set validasi KiTS19.
3. Nuridzati et al., [20] Dalam penelitiannya tentang Penerapan Artificial Intelligence Dalam Mendeteksi Batu Ginjal Secara Otomatis Pada Citra CT Scan menunjukkan menggunakan metode augmentasi memperoleh akurasi 99.69%. Pada batu ginjal dengan data test augmentasi diperoleh akurasi yang rendah yaitu 45,43%.
4. Jannata et al., [21] Dalam studi mengenai dampak Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) pada klasifikasi CT-scan tumor ginjal dengan Algoritma Deep Learning, penelitian ini memanfaatkan CNN MobileNetV2. Hasil eksperimen pada dataset yang tidak menggunakan CLAHE menunjukkan bahwa rasio pembagian 80:20 memberikan performa terbaik. Untuk data yang diproses dengan CLAHE, kombinasi clip limit 20 dan tile grid 8x8 memberikan hasil optimal. Dengan

menggunakan Adam optimizer dan learning rate 0,01, akurasi yang diperoleh adalah 99,56% dan f1-score sebesar 99,56%..

2.2. Metode yang diusulkan

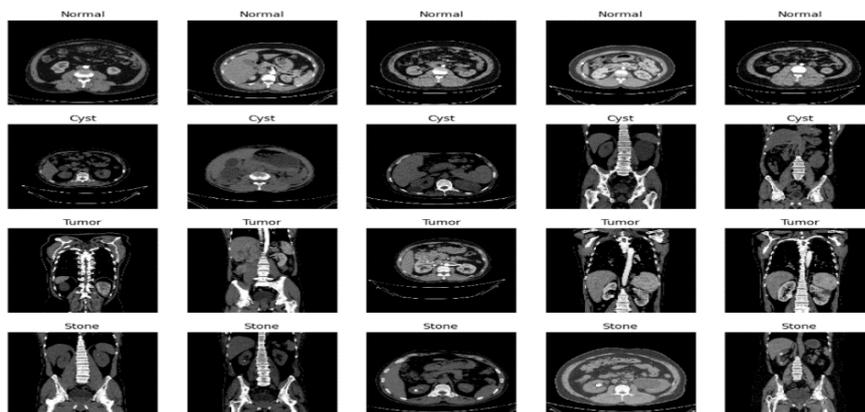
Penelitian ini menggunakan metode *Convulotional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi kista ginjal berdasarkan citra CT-Scan. Program ini dikembangkan dengan menggunakan bahasa Python dan bekerja dengan menggunakan data citra ginjal yang akan di proses untuk menghasilkan prediksi dari kondisi ginjal tersebut. Hasil dari training diperoleh dilakukan visualisasi terhadap prediksi dataset untuk melihat keakuratan prediksi program tersebut.



Gambar 1. Kerangka Kerja Metode

2.3. Dataset

Dalam proses pengumpulan dataset citra CT scan ginjal, data diperoleh dari platform Kaggle. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini dapat diakses dan diunduh melalui link kaggle berikut: <https://www.kaggle.com/datasets/nazmul0087/ct-kidney-dataset-normal-cyst-tumor-and-stone/data>. Dataset tersebut terdiri dari 12.446 data citra dengan 4 class yaitu Normal, Cyst, Tumor, Stone, dimana normal 5.077 citra, kista berisi 3.709 citra, batu 1.377 citra, dan tumor 2.283 citra.



Gambar 2. Visualisasi class pada dataset

2.4. Prosedur kerja

Dalam penelitian ini, adapun prosedur kerja untuk mengolah data pada dataset dengan menggunakan metode random forest dapat dilakukan dengan cara berikut ini:

1. Melakukan *Exploratory Data Analysis* (EDA) dan visualisasi dataset untuk memahami karakteristik data pada data, termasuk distribusi variabel, dan pola-pola menarik lainnya.
2. Dilakukan Paths and Classes untuk menentukan jalur dataset dan kelas.
3. Membuat direktori untuk pelatihan, validasi, dan pengujian serta subdirektori untuk setiap kelas.
4. Tahap selanjutnya adalah Membagi gambar ke dalam set pelatihan, validasi, dan pengujian, lalu memindahkan gambar ke direktori yang sesuai.
5. Membuat generator data dengan augmentasi untuk pelatihan dan rescaling untuk validasi dan pengujian.

6. Membangun, mengompilasi, dan melatih model CNN dengan early stopping. Dan menentukan akurasi paling tinggi setelah beberapa pelatihan.
7. Mengevaluasi model pada set pengujian dan menyimpan model.
8. Menguji model yang dibuat terhadap citra yang bukan berasal dari dataset yang di uji sebagai hasil akhir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pada penelitian ini memuat proses persiapan data, pengujian, pembahasan model atau algoritma yang diusulkan pada deteksi kista ginjal berdasarkan citra CT-Scan.

3.1. Pengujian

Platform untuk mewadahi pengujian dalam penelitian ini adalah platform online yaitu kaggle sebagai sarana pembuatan aplikasi berbasis python, dataset yang digunakan juga bersumber dari platform kaggle sehingga tidak perlu menyimpan dataset ke penyimpanan internal. Model algoritma *convolutional neural network (CNN)* dapat dilakukan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi objek pada suatu citra dengan cara melibatkan nilai yang sesuai untuk baris dan kolom tertentu.

Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 148, 148, 32)	896
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 74, 74, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 72, 72, 64)	18,496
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 36, 36, 64)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 34, 34, 128)	73,856
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 17, 17, 128)	0
flatten (Flatten)	(None, 36992)	0
dense (Dense)	(None, 512)	18,940,416
dropout (Dropout)	(None, 512)	0
dense_1 (Dense)	(None, 4)	2,052

Total params: 19,035,716 (72.62 MB)
Trainable params: 19,035,716 (72.62 MB)
Non-trainable params: 0 (0.00 B)

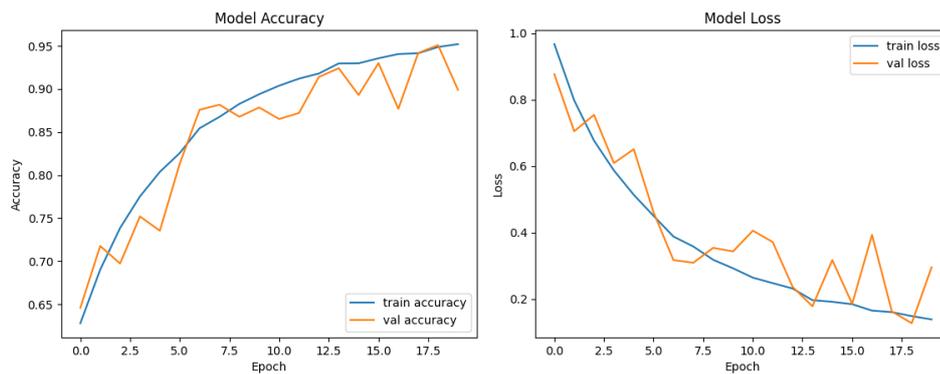
Gambar 3. Model algoritma CNN untuk penelitian deteksi kista ginjal

Dari hasil model algoritma CNN yang dibangun menunjukkan performa yang sangat baik dengan akurasi yang tinggi pada data validasi. Selama proses pelatihan, model mengalami peningkatan akurasi yang signifikan dari epoch ke epoch seperti pada gambar dibawah ini.

Dari keseluruhan epoch yang dilatih didapat hasil terbaik dengan akurasi validasi 0.9507 dan loss validasi 0.1270, ini menunjukkan bahwa model telah dilatih dengan baik dan mampu generalisasi dengan sangat baik pada data validasi.

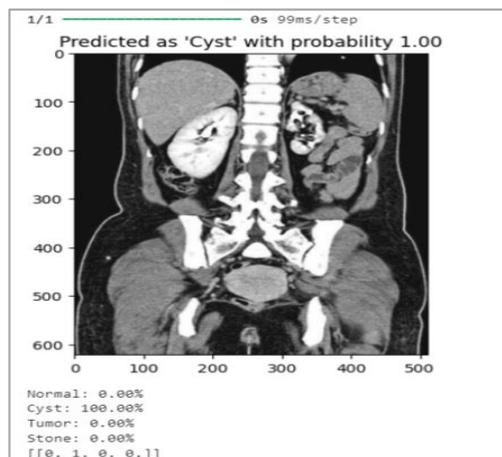
273/273	299s	1s/step	- accuracy: 0.5885	- loss: 1.8589	- val_accuracy: 0.6408	- val_loss: 0.8758	- learning_rate: 1.0000e-04	
Epoch 2/20	273/273	274s	904ms/step	- accuracy: 0.6761	- loss: 0.8208	- val_accuracy: 0.7177	- val_loss: 0.7845	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 3/20	273/273	299s	1s/step	- accuracy: 0.7449	- loss: 0.6815	- val_accuracy: 0.6974	- val_loss: 0.7537	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 4/20	273/273	300s	1s/step	- accuracy: 0.7619	- loss: 0.6155	- val_accuracy: 0.7528	- val_loss: 0.6888	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 5/20	273/273	296s	1s/step	- accuracy: 0.7961	- loss: 0.5347	- val_accuracy: 0.7354	- val_loss: 0.6505	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 6/20	273/273	276s	1s/step	- accuracy: 0.8287	- loss: 0.4691	- val_accuracy: 0.8131	- val_loss: 0.4685	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 7/20	273/273	281s	1s/step	- accuracy: 0.8553	- loss: 0.3932	- val_accuracy: 0.8757	- val_loss: 0.3169	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 8/20	273/273	291s	1s/step	- accuracy: 0.8647	- loss: 0.3761	- val_accuracy: 0.8816	- val_loss: 0.3889	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 9/20	273/273	277s	1s/step	- accuracy: 0.8815	- loss: 0.3230	- val_accuracy: 0.8677	- val_loss: 0.3538	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 10/20	273/273	299s	1s/step	- accuracy: 0.8896	- loss: 0.2995	- val_accuracy: 0.8784	- val_loss: 0.3429	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 11/20	273/273	277s	1s/step	- accuracy: 0.9080	- loss: 0.2718	- val_accuracy: 0.8658	- val_loss: 0.4854	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 12/20	273/273	300s	1s/step	- accuracy: 0.9076	- loss: 0.2513	- val_accuracy: 0.8720	- val_loss: 0.3712	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 13/20	273/273	277s	1s/step	- accuracy: 0.9132	- loss: 0.2446	- val_accuracy: 0.9138	- val_loss: 0.2364	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 14/20	273/273	301s	1s/step	- accuracy: 0.9289	- loss: 0.1975	- val_accuracy: 0.9239	- val_loss: 0.1779	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 15/20	273/273	278s	1s/step	- accuracy: 0.9347	- loss: 0.1886	- val_accuracy: 0.8929	- val_loss: 0.3172	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 16/20	273/273	342s	1s/step	- accuracy: 0.9391	- loss: 0.1772	- val_accuracy: 0.9298	- val_loss: 0.1852	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 17/20	273/273	277s	1s/step	- accuracy: 0.9394	- loss: 0.1666	- val_accuracy: 0.8768	- val_loss: 0.3928	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 18/20	273/273	278s	1s/step	- accuracy: 0.9353	- loss: 0.1765	- val_accuracy: 0.9416	- val_loss: 0.1625	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 19/20	273/273	296s	1s/step	- accuracy: 0.9494	- loss: 0.1510	- val_accuracy: 0.9507	- val_loss: 0.1270	- learning_rate: 1.0000e-04
Epoch 20/20	273/273	275s	998ms/step	- accuracy: 0.9540	- loss: 0.1349	- val_accuracy: 0.8988	- val_loss: 0.2953	- learning_rate: 1.0000e-04

Gambar 4. Hasil Epoch



Gambar 5. Gambar model akurasi dan loss

Dari keseluruhan epoch yang dilatih didapat hasil terbaik dengan akurasi 0,9494, akurasi validasi 0.9507, loss 0,1510 dan loss validasi 0,1270 pada *epoch*-19. Meskipun pada Epoch 20 akurasi training mencapai 0.9540 dan loss training 0.1349, akurasi validasi sedikit menurun menjadi 0.8988 dan loss validasi meningkat menjadi 0.2953. Ini bisa menjadi indikasi awal dari overfitting, di mana model mulai mempelajari noise dari data training.



Gambar 6. Gambar Hasil Deteksi Kista Ginjal

Untuk menguji model yang dibuat peneliti mengambil contoh gambar dari google, hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada perubahan jika data atau gambar yang di uji tidak berasal dari dalam dataset yang sedang di deteksi. Pada gambar 3.5 menunjukkan hasil yang cukup memuaskan dimana model yang dibuat untuk mendeteksi kista ginjal berhasil dan akurat dalam mendeteksi CT-Scan kista ginjal.

3.2. Pembahasan

Penelitian [1], Bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penerapan teknik image enhancement dengan contrast stretching dalam klasifikasi tumor ginjal dengan algoritma deep learning dan dataset citra CT-Scan, dengan fokus pada dua kelas: Normal dan Tumor. Setelah melaksanakan beberapa tahap preprocessing, termasuk contrast stretching dan resizing gambar menjadi 224x224 piksel, dataset dibagi menjadi 1824 data pelatihan, 228 data validasi, dan 228 data pengujian. Hasil pelatihan dan pengujian menunjukkan bahwa teknik image enhancement contrast stretching, yang diterapkan dengan optimizer Adamax dan learning rate 0.01, mencapai performa terbaik dengan accuracy 99,92%, precision 99,85%, recall 100%, dan f1-score 99,92%. Pada penelitian ini peneliti mencoba menggunakan semua class pada dataset guna mendapatkan hasil atau model yang lebih performa.

Hal serupa juga terjadi pada penelitian [20], dimana AI diterapkan untuk mendeteksi batu ginjal dengan otomatis pada citra CT-Scan menggunakan dua class yaitu Normal dan Stone. Jumlah data yang digunakan pada data train Augmentasi menggunakan 2338 class normal dan 2390 class stone. Pada data test augmentasi menggunakan 540 class normal dan 446 class stone. Preprocessing melibatkan segmentasi gambar dan ekstraksi fitur sebelum digunakan dalam model pembelajaran mesin. Dengan hasil mengaplikasikan augmentasi dapat memperoleh nilai akurasi yang tinggi 99,69%. Sedangkan pada batu ginjal dengan data test augmentasi memperoleh nilai akurasi yang rendah 45,43%. Penelitian ini mencapai akurasi yang lebih konsisten antara pelatihan dan validasi, yaitu 94,94% dan 95,97% Hal ini menunjukkan bahwa meskipun augmentasi dapat meningkatkan performa pada data latih, hasil pada data uji mungkin kurang stabil.

Pada penelitian [18], mengimplementasikan algoritma CNN untuk mendeteksi penyakit ginjal menggunakan dataset citra ginjal yang terdiri dari beberapa kondisi ginjal dan mengimplementasikan beberapa lapisan konvolusi dan pooling pada arsitektur CNN. Data pelatihan citra dengan algoritma CNN yaitu 9334 data train dan 3110 data validasi dengan hasil dari akhir test akurasi yang didapat dari semua proses pelatihan adalah 75,17% dan F1-score 68%.

Penelitian ini diadaptasi dari [18] dan diaplikasikan untuk mendeteksi kista ginjal pada ct-scan menggunakan CNN pada dataset CT Scan citra ginjal yang terdiri dari empat kelas atau atribut yaitu normal, cyst (kista ginjal), tumor (tumor ginjal), dan stone (batu ginjal) yang dibagi menjadi tiga bagian dengan jumlah 8710 pada data training, 1864 pada data validation dan 1869 pada data test. Kemudian membuat beberapa lapisan konvolusi dan pooling pada arsitektur CNN. Setelah dilakukan 20 epoch dengan optimizer Adamax learning rate sebesar 0.0001 didapatkan hasil akurasi dan val akurasi terbaik yaitu dengan akurasi 0,9494, akurasi validasi 0.9507, loss 0,1510 dan loss validasi 0,1270 pada epoch-19.

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, dilakukan proses deteksi kista ginjal menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dengan menggunakan dataset berupa data citra ginjal yang telah dipindai menggunakan computed tomography scan. Citra-citra tersebut diubah ukurannya menjadi 150x150 piksel sebagai bagian dari proses preprocessing. Model CNN yang dikembangkan telah menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mengenali kondisi ginjal dari citra medis tersebut. Pada akhir pelatihan, model mencapai akurasi sebesar 94.94% pada data uji, sementara akurasi validasinya 95,07% pada epoch terbaik. Hasil akhir pada penelitian ini yaitu menguji model yang dibuat untuk mendeteksi citra CT-scan menunjukkan hasil citra yang dideteksi cukup memuaskan dan akurat.

Terdapat beberapa saran yang di usulkan untuk penelitian selanjutnya yaitu

1. Pemaksimalan evaluasi penggunaan teknik augmentasi data yang lebih canggih untuk mengurangi risiko overfitting pada model CNN yang telah dibangun.
2. Dilakukan pengujian dengan penyakit ginjal lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. I. Hatta, F. Yanto, I. Afrianty, and L. Afriyanti, "Pengaruh Image Enhancement Contrast Stretching dalam Klasifikasi CT-Scan Tumor Ginjal Menggunakan Deep Learning," pp. 408–419, 2024.
- [2] M. Z. Rohman, D. S. B. Utomo, and ..., "Implemmentasi Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor Pada Studi Kasus Diagnosa Penyakit Ginjal," ... *Perspekt. J. ...*, vol. 14, no. 1, pp. 1–16, 2022.

-
- [3] M. N. Popang, R. Rumondor, and F. Manawan, "Uji Efektifitas Ekstrak Daun Sirih (Piper Betle L) Terhadap Kadar Kreatinin Dan Ureum Pada Tikus Putih (Rattus Novergicus)," *Trinita Heal. Sci. ...*, vol. 1, 2022.
- [4] Amraini and Saputro Annila Suryo, "Prosedur Pemeriksaan CT-Scan Urografi Kontras Pada Kasus Kista Ginjal Di RSUP Persahabatan," *J. Educ. Innov. Public Heal.*, vol. 2, no. 1, pp. 107–115, 2024.
- [5] M. Hafizh and T. A. Putra, "Implementasi Metode Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ginjal Berbasis Web Dengan Menggunakan Php Dan Mysql," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 143–152, 2018, doi: 10.33022/ijcs.v7i2.87.10.33022/ijcs.v7i2.87
- [6] A. T. Ananti, "Penyakit Ginjal Polikistik Simtomatik: Pencitraan, Patofisiologi, Prognosis, dan Terapi," *Heal. Tadulako J. (Jurnal Kesehatan Tadulako)*, vol. 7, no. 3, pp. 176–187, 2021.
- [7] M. Azizah, M. Edy, and N. Heru, "Pemeriksaan Ct Scan Urografi Kontras Dengan Kasus Kista Ginjal Di Rumah Sakit Pelni," *J. Ked. Mulawarman*, vol. 10, no. 3, p. 94, 2023.
- [8] Y. T. Marisa, H. Harun, H. Harun, and H. Harun, "Penyakit Ginjal Polikistik disertai Anemia Hemolitik Autoimun," *J. Ilm. Kedokt. Wijaya Kusuma*, vol. 10, no. 1, p. 102, 2021, doi: 10.30742/jikw.v10i1.788.10.30742/jikw.v10i1.788
- [9] N. P. Pawidya and A. Salam, "Pengembangan Sistem Deployment Deteksi untuk Kista Ginjal pada Citra CT Scan dengan Metode Yolo," pp. 396–407, 2024.
- [10] Y. D. Arimbi and N. Sofi, "Deteksi Tulang Belakang Pada Citra Ct-Scan Menggunakan Metode Deteksi Tepi Sobel," *J. Ilm. Inform. Komput.*, vol. 26, no. 3, pp. 207–216, 2021, doi: 10.35760/ik.2021.v26i3.4910.10.35760/ik.2021.v26i3.4910
- [11] A. Sekine *et al.*, "Cystic Kidney Diseases That Require a Differential Diagnosis from Autosomal Dominant Polycystic Kidney Disease (ADPKD)," *J. Clin. Med.*, vol. 11, no. 21, 2022, doi: 10.3390/jcm11216528.10.3390/jcm11216528
- [12] F. F. Maulana and N. Rochmawati, "Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 1, no. 02, pp. 104–108, 2020, doi: 10.26740/jinacs.v1n02.p104-108.10.26740/jinacs.v1n02.p104-108
- [13] F. Paraijun, R. N. Aziza, and D. Kuswardani, "Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network Dalam Mengklasifikasi Kesegaran Buah Berdasarkan Citra Buah," *Kilat*, vol. 11, no. 1, pp. 1–9, 2022, doi: 10.33322/kilat.v10i2.1458.10.33322/kilat.v10i2.1458
- [14] S. Ilahiyah and A. Nilogiri, "Implementasi Deep Learning Pada Identifikasi Jenis Tumbuhan Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network _ Ilahiyah _ JUSTINDO (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Indonesia)," *JUSTINDO (Jurnal Sist. Teknol. Inf. Indones.)*, vol. 3, no. 2, pp. 49–56, 2018.
- [15] M. F. Naufal and S. F. Kusuma, "Pendeteksi Citra Masker Wajah Menggunakan CNN dan Transfer Learning," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 6, p. 1293, 2021, doi: 10.25126/jtiik.2021865201.10.25126/jtiik.2021865201
- [16] D. Gunawan and H. Setiawan, "Convolutional Neural Network dalam Citra Medis," *KONSTELASI Konvergensi Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 376–390, 2022, doi: 10.24002/konstelasi.v2i2.5367.10.24002/konstelasi.v2i2.5367
- [17] M. J. Sulistio and C. Lubis, "Implementasi CNN dan MobileNet untuk Mendeteksi Penyakit Pneumonia dan COVID-19 dengan Menggunakan Aplikasi Smartphone," *Nusant. J. Multidiscip. Sci.*, vol. 1, no. 4, pp. 736–745, 2023.
- [18] F. A. A. Harahap, R. M. Sinaga, K. Arifin, and K. S., "Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network Untuk Mendeteksi Penyakit Ginjal Implementation of Convolutional Neural Network for Detecting Kidney Disease," *Teknol. Informasi, Komput. dan Apl.*, vol. 4, no. 2, pp. 212–219, 2022.
- [19] P. Kittipongdaja and T. Siriborvornratanakul, "Automatic kidney segmentation using 2.5D ResUNet and 2.5D DenseUNet for malignant potential analysis in complex renal cyst based on CT images," *Eurasip J. Image Video Process.*, vol. 2022, no. 1, 2022, doi: 10.1186/s13640-022-00581-x.10.1186/s13640-022-00581-x
- [20] A. Nuridzati *et al.*, "Jurnal Imejing Diagnostik," *J. Imejing Diagnostik*, vol. 6, p. 103, 2020.
- [21] N. Jannata, F. Yanto, L. Handayani, E. Pandu, and C. Kurnia, "Pengaruh Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization Dalam Klasifikasi CT-Scan Tumor Ginjal Menggunakan Deep Learning," pp. 420–433, 2024.