

Klasifikasi Prediksi Penyakit Paru-Paru Normal dengan *Pneumonia* berdasarkan Citra Image X-ray dengan Optimasi Adam Convolutional Neural Network (CNN)

Alvito Dian Deva¹, Firmansyah Firdaus², Syarif Hasyim³, Budi Yanto⁴, Hendri⁵, Riski Mai Candra⁶

¹²³⁴ Prodi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pasir Pengaraian

⁵ Prodi Hukum, Fakultas Ilmu Hukum, Universitas Pasir Pengaraian

⁶ Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Riau, Indonesia

E-mail : alvitodiandeva16@gmail.com¹, fs503135@gmail.com², syarifhasyim09@gmail.com³, budiyantost@gmail.com⁴, hendri.jaiz@gmail.com⁵, reski.candra@uin-suska.ac.id⁵

Abstraks: *Pneumonia* merupakan salah satu penyakit paru-paru yang disebabkan oleh bakteri, virus, jamur, ataupun parasit. Kantung udara dipenuhi oleh cairan sehingga menyebabkan sesak dan batuk berdarah. Pengamatan kondisi paru-paru pasien dilakukan paramedis melalui foto rontgen (X-rays). Foto rontgen ini memiliki biaya yang murah di bandingkan dengan diagnosis dengan alat medis yang lain yang mempunyai kemiripan fungsinya. Pada penelitian ini menggunakan foto rontgen untuk mendeteksi foto rontgen yang paru paru normal serta yang terkena penyakit *pneumonia* menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* yang di preprocessing citra digitalnya dengan standard deviasi. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengklasifikasikan hasil *x-rays* kedalam sebuah program untuk mengetahui apakah terdapat *pneumonia* atau tidak. Dalam penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 98% untuk gambar yang di *preprocessing* menggunakan standard deviasi serta 90% yang hanya menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*. Hasil tersebut menggunakan data foto rontgen sebanyak 624 gambar yang terdiri dari 2 kelas yaitu kelas paru paru normal dan paru terkena *pneumonia*. Dari total tersebut dimana total gambar yang normal sebanyak 234 dan yang terkena penyakit 390 gambar. Fungsi aktivasi *Convolutional Neural Network (CNN)* menggunakan fungsi *Rectifier Linear Unit (ReLU)*, fungsi optimasi *Adam*, dan *epoch* sebanyak 200. Optimasi *Adam* merupakan pengembangan dari optimasi yang sudah ada seperti *Stochastic Gradient Descending (SGD)*, *AdaGard*, dan *RMSProp*. Hasil klasifikasi model yang dibangun sebesar 99,98% untuk data latih dengan 100 *epoch*, dan akurasi pada data uji sebesar 78% yang berarti model mampu mengkualifikasi 78% data uji ke dalam kelas normal dan *pneumonia* dengan tepat. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh rata-rata nilai akurasi dan rata-rata nilai loss secara sekuensial sebesar 89,58% dan 47,43%. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa metode *Convolutional Neural Network (CNN)* cukup mampu untuk melakukan klasifikasi kasus *pneumonia*.

Kata Kunci: *Convolutional Neural Network (CNN)*, Image X-Ray, Optimasi Adam, *Pneumonia*, Paru-Paru Normal

Abstract: *Pneumonia* is a lung disease caused by bacteria, viruses, fungi or parasites. The air sacs fill with fluid, causing shortness of breath and coughing up phlegm. Paramedics monitor the condition of the patient's lungs using X-rays. This x-ray has a low cost compared to diagnosis with other medical tools that have similar functions. In this study, X-rays were used to detect x-ray photos of normal lungs and those with *pneumonia* using the *Convolutional Neural Network (CNN)* method which preprocessed the digital images with standard deviation. This research was carried out with the aim of classifying x-ray results into a program to determine whether there is *pneumonia* or not. This research resulted in an accuracy of 98% for images that were preprocessed using standard deviation and 90% that only used the *Convolutional Neural Network (CNN)* method. These results use x-ray data from 624 images consisting of 2 classes, namely normal lungs and *pneumonia*. Of this total, there are a total of 234 normal images and 390 images affected by the disease. The *Convolutional Neural Network (CNN)* activation function uses the *Rectifier Linear Unit (ReLU)* function, the *Adam* optimization function, and 200 epochs. *Adam* optimization is a development of existing optimizations such as *Stochastic Gradient Descending (SGD)*, *AdaGard*, and *RMSProp*. The classification results of the model built were 99.98% for training data with 100 epochs, and the accuracy on the test data was 78%, which means the model was able to qualify 78% of the test data into the normal and *pneumonia* classes correctly. Based on the test results, the average accuracy value and average sequential loss value were 89.58% and 47.43%. The results of this test show that the *Convolutional Neural Network (CNN)* method is quite capable of classifying *pneumonia* cases.

Keywords: *Convolutional Neural Network (CNN)*, Image X-Ray, Optimize Adam, *Pneumonia*, Lung Normally

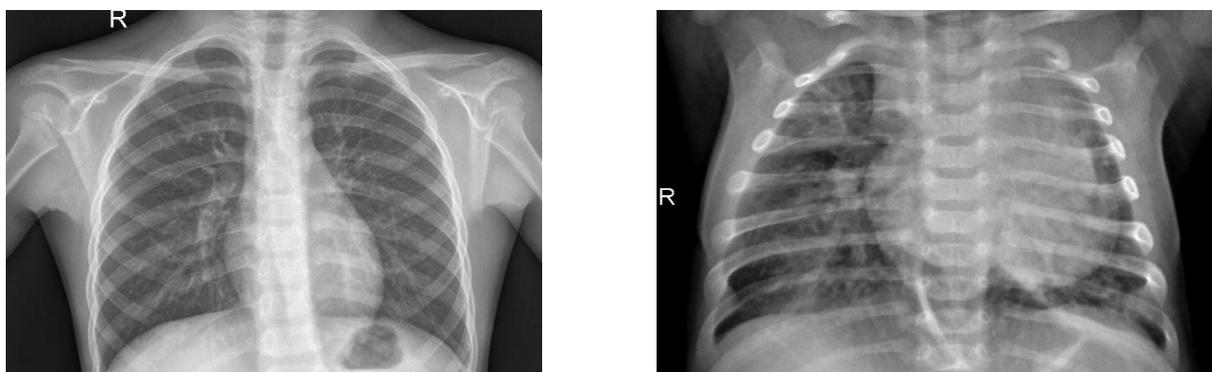
PENDAHULUAN

Paru-paru merupakan organ pada sistem pernapasan manusia yang berfungsi sebagai pertukaran oksigen dengan karbondioksida di dalam darah. Penurunan kualitas udara di dunia termasuk di Indonesia, berdampak pada meningkatnya resiko terkena penyakit paru-paru [1][2]. Penyakit paru-paru yang sering dijumpai adalah paru-paru basah. Paru-paru basah atau pneumonia adalah bentuk infeksi pernapasan akut yang menyerang paru-paru [3]. Paru-paru terdiri dari kantung-kantung kecil yang disebut alveoli, yang terisi air ketika orang sehat bernafas [4][5]. Ketika seseorang menderita radang paru-paru, alveoli dipenuhi dengan nanah dan cairan, yang membuat pernafasan terasa menyakitkan dan membatasi asupan oksigen. Pneumonia adalah penyebab kematian menular tunggal terbesar pada anak-anak di seluruh dunia. Pneumonia menyebabkan 920.136 anak kasus kematian di bawah usia 5 tahun pada 2015, terhitung 16% dari semua anak di bawah lima tahun. Pneumonia paling umum dijumpai di Asia Selatan dan Afrika sub-Sahara [6][7]. Pneumonia disebabkan oleh sejumlah infeksi, termasuk virus, bakteri, dan jamur, yang paling umum adalah *streptococcus pneumoniae* [8][9].

Pneumonia merupakan salah satu penyakit infeksi yang ditandai dengan peradangan pada satu atau kedua paru-paru yang dapat disebabkan oleh jamur, virus, bakteri sehingga menyebabkan kantong udara sulit untuk menyerap oksigen [10]. Pneumonia disebabkan oleh kuman *Pneumococcus*, *Staphylococcus*, dan *Streptococcus*. Orang yang rentan terserang pneumonia yaitu anak-anak dengan usia kurang dari 2 tahun, usia lanjut lebih dari 65 tahun, atau orang yang memiliki masalah kesehatan malnutrisi atau gangguan imunologi. Pneumonia dapat diketahui dengan gejala seperti batuk, kesulitan bernapas, dan tarikan dinding dada bagian bawah ke dalam [11].

Klasifikasi pneumonia menggunakan foto rontgen paru-paru atau sering dikenal dengan istilah foto *x-rays* yang dapat bermanfaat dalam berbagai bidang keilmuan salah satunya kedokteran [12]. Foto *x-rays* ini digunakan oleh radiologi untuk melihat kondisi paru-paru pasien [13]. Namun dengan menggunakan foto *x-rays* ini masyarakat masih kesulitan untuk memahami hasil foto *x-rays*, sehingga membutuhkan orang yang ahli dalam bidang kedokteran untuk membacanya [14].

Penyakit paru-paru banyak terjadi di seluruh dunia, diantaranya berkaitan dengan penyakit paru obstruktif kronis, asma, tuberkulosis, fibrosis, dan pneumonia [15]. Pneumonia atau dikenal juga dengan istilah paru-paru basah adalah infeksi yang mengakibatkan peradangan pada kantong-kantong udara di salah satu atau kedua paru-paru. Biasanya pneumonia ini berupa area paru yang mengalami peningkatan opasitas [16]. Pada penderita pneumonia, sekumpulan kantong-kantong udara kecil di ujung saluran pernapasan dalam paru-paru (*alveoli*) akan meradang dan dipenuhi cairan atau nanah [17]. Akibatnya, penderita mengalami batuk berdarah, demam, menggigil, nyeri dada, dan kesulitan bernapas. Bakteri, virus, dan jamur merupakan organisme yang dapat menyebabkan pneumonia atau paru-paru basah [18]. Namun pada penderita dewasa, kondisi ini paling sering disebabkan oleh infeksi bakteri. Gambar 1 merupakan salah satu citra digital hasil foto rontgen atau x-ray yang menunjukkan pneumonia pada salah satu bagian paru-paru seorang pasien [19].



Gambar 1. Foto Rontgen / X-ray yang menunjukkan Pneumonia (gambar kanan) dan Normal (gambar kiri)

Pneumonia merupakan salah satu penyebab kematian pada anak tertinggi di dunia. Badan Kesehatan Dunia memperkirakan bahwa penyakit ini menjadi pemicu 15% kematian anak-anak berusia di bawah 5 tahun. Setiap tahunnya, pneumonia menjangkiti sekitar 450 juta orang, tujuh persen dari total populasi dunia, dan menyebabkan sekitar 4 juta kematian [20]. Penemuan terapi antibiotik dan vaksin pada abad ke-20 telah meningkatkan daya tahan hidup. Meskipun demikian, di negara berkembang, dan di antara orang-orang berusia sangat lanjut, sangat muda, dan penderita sakit kronis, pneumonia tetap menjadi penyebab kematian yang utama [21].

Di Indonesia sendiri, berdasarkan data hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Kementerian Kesehatan RI, jumlah orang yang mengalami gangguan kesehatan akibat pneumonia ini sebesar 2%, mengalami peningkatan dibandingkan tahun 2013 yang sebesar 1,8%. Padahal pneumonia ini merupakan penyakit yang memiliki dampak serius yang dapat menyebabkan kematian [22]. Salah satu yang menyebabkan radang paru-paru atau pneumonia yang saat ini sedang mewabah, bahkan menjadi pandemi global, adalah virus corona yang bernama SARS-CoV-2 yang belum pernah ditemukan sebelumnya. Pneumonia yang disebabkan oleh virus inilah yang kemudian dinamakan dengan pneumonia Covid-19 [23][24]. Mereka yang terinfeksi dilaporkan menderita batuk, demam, dan kesulitan bernafas. Pada kasus serius bahkan bisa terjadi kegagalan organ. Banyak di antara pasien Covid-19 yang meninggal karena sudah memiliki kondisi kesehatan yang buruk. Proses pemulihan Covid-19 tergantung pada kekuatan sistem kekebalan tubuh masing-masing individu. Pandemi Covid-19 ini tentunya semakin menempatkan pneumonia sebagai penyakit serius yang perlu penanganan secara tepat [25][26].

Banyak penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan masalah pneumonia. Pada tahap awal, proses pendeteksian dini sangat penting dilakukan. Salah satu teknik pendeteksian pneumonia yang saat ini banyak dikembangkan adalah klasifikasi citra paru-paru hasil foto rontgen / x-ray [27]. Salah satu cara mendeteksi dini pneumonia adalah dengan mengambil gambar rontgen dari bagian dada (area dimana organ paru-paru berada), kemudian mengidentifikasi apakah paru-paru mengalami peradangan (pneumonia) ataukah tidak. Banyak penelitian dilakukan yang memanfaatkan skema pembelajaran mesin untuk memprediksi informasi diagnostik dari gambar x-ray [28].

Berdasarkan tinjauan berbagai penelitian sebelumnya, ukuran citra input yang digunakan untuk proses klasifikasi CNN diperkecil dari ukuran asalnya. Ukuran citra yang digunakan berbeda-beda antar peneliti [29]. Tetapi belum ada uraian yang menjelaskan mengenai seberapa jauh pengaruh ukuran citra yang diperkecil tersebut terhadap kinerja klasifikasi. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan terhadap beberapa ukuran cira input untuk menjawab pertanyaan tersebut [30]. Model CNN menggunakan arsitektur dengan 23 layer keseluruhan dimana terdapat 5 layer konvolusi untuk mengklasifikasikan kondisi citra pneumonia dan non-pneumonia (normal). Selain itu juga memodifikasi arsitektur CNN tersebut pada bagian klasifikasi dengan menggunakan metode Extreme Learning Machine / ELM, yang selanjutnya disebut metode CNN-ELM [31]. Proses pengujian dilakukan dengan variasi ukuran citra input untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja metode CNN dan CNN-ELM dalam mendeteksi pneumonia. Sehingga hasil penelitian ini nantinya memberikan informasi tentang pengaruh ukuran citra input terhadap kinerja klasifikasi pneumonia yang menggunakan metode CNN maupun CNN-ELM. Hal ini cukup penting mengingat kinerja klasifikasi tidak hanya bergantung pada arsitektur mesin pengklasifikasi yang digunakan, tetapi juga pada spesifikasi citra inputnya [32].

METODE

Proses uji coba dilakukan dengan menggunakan dataset citra paru-paru hasil x-ray pada *Kaggle* yang juga digunakan oleh banyak peneliti di bidang ini. Skenario pengujian dilakukan dengan beberapa ukuran citra input untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja metode *Convolutional Neural Network (CNN)*. Sehingga, hasil uji coba akan memberikan informasi penting mengenai pendekatan *Convolutional Neural Network (CNN)* yang lebih baik kinerjanya serta berapa ukuran citra yang paling tepat untuk digunakan agar kinerja klasifikasi pneumonia dapat optimal.

Dalam implementasinya, metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dikembangkan melalui beberapa tahapan, yaitu *Model Training*, *Model Evaluation*, dan *Final Model Prediction*. Struktur *Convolutional Neural Network (CNN)* terdiri dari dua proses yaitu ekstraksi fitur dan klasifikasi. Proses ekstraksi fitur dalam *Convolutional Neural Network (CNN)* terdiri dari beberapa hidden layer, yaitu lapisan konvolusi, fungsi aktivasi, dan pooling layer. *Convolutional Neural Network (CNN)* bekerja secara hierarki, sehingga output pada lapisan konvolusi pertama digunakan sebagai input pada lapisan konvolusi selanjutnya. Pada proses klasifikasi menggunakan *fully-connected layer*. Kedua komponen layer tersebut dapat dilengkapi dengan fungsi aktivasi (*softmax*) untuk optimasi pada proses *Convolutional Neural Network (CNN)*.

1. Bahan dan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang berasal dari *Labeled Optical Coherence Tomography (OCT) and Chest X-Ray Images for Classification*. Data berupa gambar dengan berbagai ukuran. Data terdiri dari dua kelas yaitu kondisi pneumonia dan kondisi normal dengan jumlah 5860 data.

2. Metode Penelitian

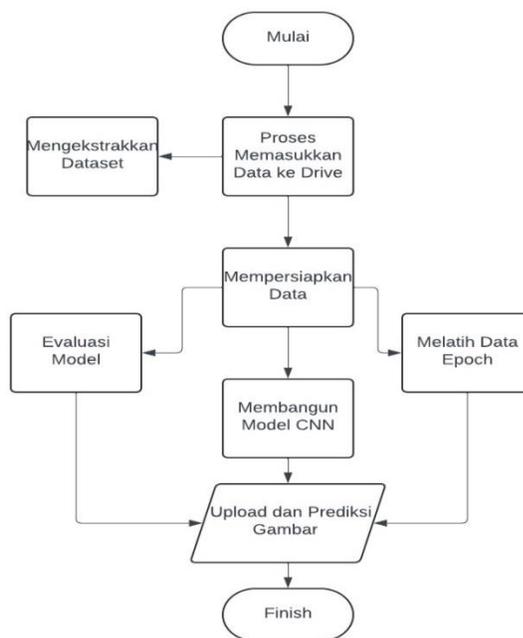
Langkah-langkah yang dilakukan untuk mengklasifikasikan penyakit pneumoniadengan citra chest radiographmenggunakan convolution neural networkadalah sebagai berikut:

- 1) Melakukan preprocessing data. Sebelum data dianalisis perlu dilakukan preprocessing data, yang bertujuan untuk melihat karakteristik data. Karakteristik data merupakan gambaran umum bagaimana komputer membaca sebuah gambar menjadi array yang bermakna untuk proses selanjutnya seperti adanya efek spasial dalam data gambar. Preprocessing juga membagi data ke dalam tiga set data yaitu training data, validasi data, serta test data yang bertujuan untuk pemodelan di langkah selanjutnya.
- 2) Melakukan pemodelan CNN pada data training. Jaringan konvolusional yang juga dikenal sebagai jaringan saraf konvolusional, atau Convolutional Neural Network (CNN), adalah jenis jaringan saraf khusus untuk memproses data yang memiliki kemiripan *grid topology*. Nama CNN menunjukkan bahwa jaringan tersebut menggunakan operasi matematika yang disebut konvolusi. CNN merupakan jaringan saraf yang menggunakan konvolusi sebagai ganti dari penerapan matriks umum dimana paling tidak terdapat satu konvolusi di setiap layer. Dalam matematika, konvolusi adalah operasi matematika pada dua fungsi untuk menghasilkan fungsi ketiga yang mengekspresikan bagaimana bentuk satu dimodifikasi oleh yang lain. Istilah konvolusi mengacu pada fungsi hasil dan proses penghitungannya.

Data input memiliki sebuah ukuran piksel citra dan dilakukan proses ekstraksi pada convolution layer sehingga ukurannya akan diperkecil. Convolutional layer membentuk sebuah filter dengan panjang dan tinggi yang disebut kernel. kernel ini akan digeser keseluruh bagian dari citra input untuk mendapatkan informasi penting dari suatu obyek. Jika citra masih terlalu besar, maka untuk mengecilkan ukuran array nya akan dilakukan downsampling yang dinamakan max pooling atau mengambil nilai piksel terbesar dari setiap kernel. Pada proses pooling ukuran citra input akan dikurangi secara drastis. Meskipun begitu sekalipun mengurangi jumlah parameter, informasi penting dari citra tersebut tetap dapat terambil. Proses tersebut berlanjut hingga pooling layer terakhir yang menghasilkan ukuran citra yang sesuai. Pada bagian klasifikasi, terdapat beberapa *fully connected layer*. Salah satunya adalah flatten yang digunakan untuk flattening data berbentuk multidimensional array menjadi satu dimensi. Layer yang lain adalah hidden layer dan yang terakhir adalah output layer yang terdiri dari beberapa kelas yang merepresentasikan output klasifikasinya.

3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah dataset citra MRI yang diambil dari website kaggle, pada tautan berikut: <https://www.kaggle.com/datasets/paultimothymooney/chest-xray-pneumia>. Dataset tersebut terdiri dari 2 kelas, yaitu normal, pneumonia. Persebaran data citra pada masing-masing kelas, yaitu 234 citra pada kelas normal, 390 citra pada kelas pneumonia. Total dari kedua citra sebanyak 624 gambar.



Gambar 2. Flowchart Pengumpulan data

Dalam penelitian ini menggunakan data foto Paru-Paru biasa di sebut dengan foto rontgen. Data set ini memiliki total gambar 624 gambar yang terdiri dari 2 kelas yaitu kelas paru paru normal dan paru terkena pneumonia. Dari total tersebut dimana total gambar yang normal sebanyak 234 dan yang terkena penyakit 390 gambar. gambar ini di dapatkan dari beberapa sumber, yaitu Kaggle dataset dengan Judul *Chest X-Ray Images (Pneumonia)* dan rumah sakit negeri yang berasal dari Jawa tengah yang memberikan data tersebut. Data ini kami privasi di karenakan identitas pasien di rahasiakan oleh pihak rumah sakit sesuai dengan aturan yang ada di Negara Republik Indonesia. Pada gambar 1 berikut contoh dataset yang kami gunakan untuk di lakukan pada penelitian ini.

Tabel 1. Dataset X-Ray Paru-Paru

Kelas	Citra
Normal	
Peunemia	

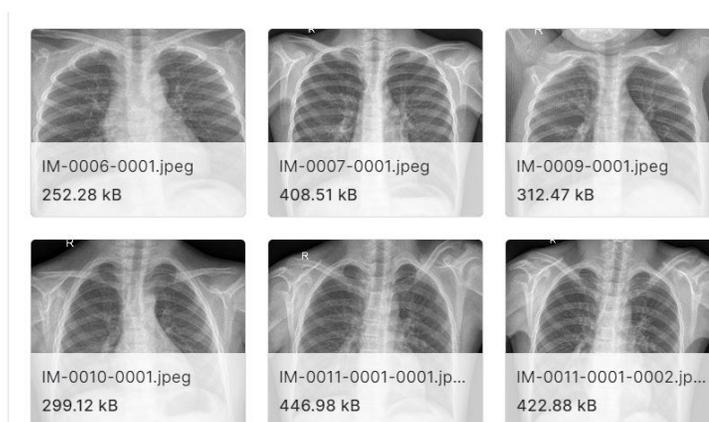
Sumber : <https://www.kaggle.com/datasets/paultimothymooney/chest-xray-pneumia>.

- *Preprocessing*
Tahap awal dari penelitian adalah melakukan pengecekan perbedaan penyakit paru-paru peunomia dan normal. Proses preprocessing sebelumnya sudah dilakukan dengan menghapus data redundan dan dilakukan target rize 150x150.
- *Pembagian Dataset*
Dataset dibagi menjadi dua bagian yaitu data prediksi dan data deteksi. Sebanyak 90% data digunakan untuk prediksi, dan 10% persennya digunakan untuk deteksi.

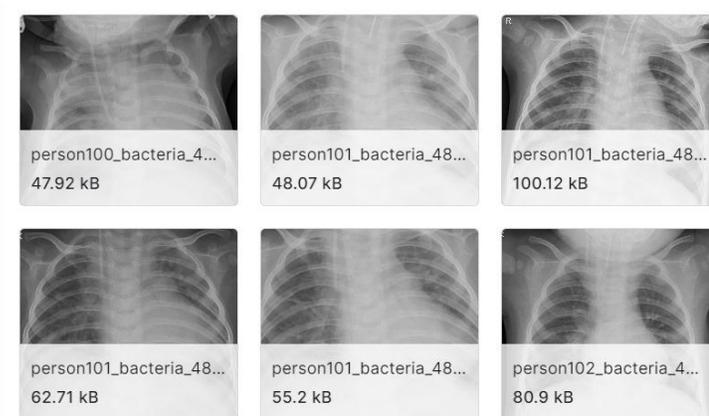
HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemrosesan Dataset

Pemrosesan Datasets Pada tahap ini akan dilakukan pemrosesan datasets dengan menempatkan label data – data dari dataset pada model. Dataset didapat dari website kaggle dengan link <https://www.kaggle.com/datasets/paultimothymooney/chest-xray-pneumia> datasets tersebut gambar yang terdiri dari 2 kelas yang berisi jenis dari paru-paru yaitu Peumonia (390 gambar) Pneumonia merupakan penyakit yang ada pada paru paru yang bisa di lihat lebih detailnya dengan foto rontgen. (234 gambar) data Paru-Paru normal.Total dari kedua citra sebanyak 624 gambar.



Gambar 3. Dataset Normal



Gambar 4. Dataset Pneumonia

3.2 Pembuatan Fungsi

Tahap pertama pada pemrosesan data yaitu memanggil datasets dari direktori penyimpanan, selanjutnya mengekstrak dataset X-Ray Paru-Paru codingan import membangun model *Convolutional Neural Network* (CNN). selesainya menghasilkan fungsi tadi, membuat code untuk menyisipkan data – data gambar sinkron dengan pernyataan kondisi fungsi yang sudah dirancang. 2 kelas dari datasets tersebut akan dimasukkan ke pada pernyataan fungsi yang telah dirancang.

3.3 Pembuatan Model

Setelah tahap pemrosesan data, selanjutnya masuk pada tahap pembuatan model dengan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)*. Pada tahap pembuatan model penulis akan menggunakan model custom atau membuat model seutuhnya. Penulis akan menggunakan beberapa layer keras yaitu *layer conv2d*, *batchnormalization layer*, *maxpooling 2D*, *dropout*, *flatten*, dan *dense*. Selain itu digunakan *adam* sebagai *optimizer*.

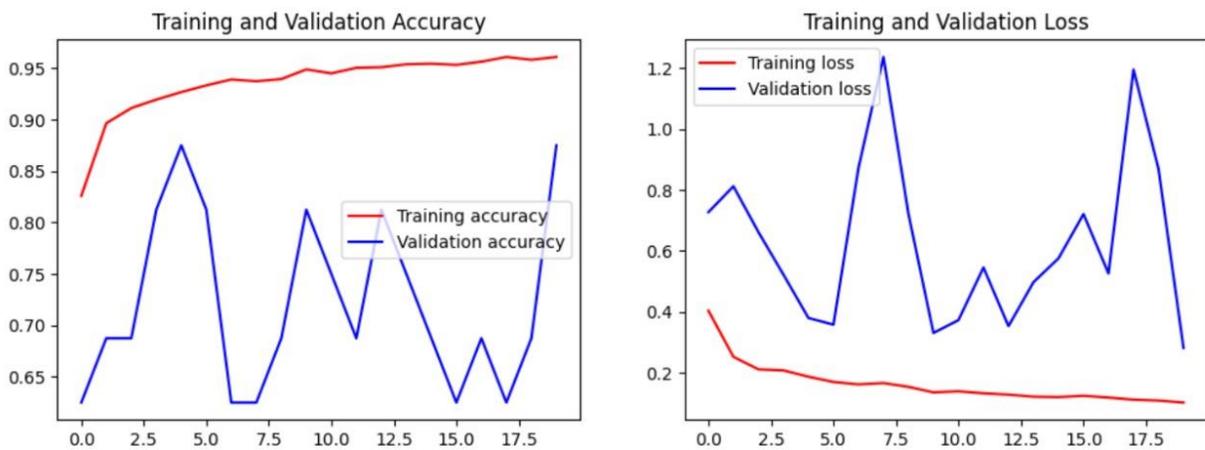
```

=====
conv2d_6 (Conv2D)      (None, 148, 148, 32)      896
max_pooling2d_6 (MaxPoolin (None, 74, 74, 32)      0
g2D)
conv2d_7 (Conv2D)      (None, 72, 72, 64)      18496
max_pooling2d_7 (MaxPoolin (None, 36, 36, 64)      0
g2D)
conv2d_8 (Conv2D)      (None, 34, 34, 128)     73856
max_pooling2d_8 (MaxPoolin (None, 17, 17, 128)     0
g2D)
flatten_2 (Flatten)    (None, 36992)             0
dense_4 (Dense)        (None, 512)               18940416
dropout_2 (Dropout)    (None, 512)               0
dense_5 (Dense)        (None, 1)                 513
=====
Total params: 19034177 (72.61 MB)
Trainable params: 19034177 (72.61 MB)
Non-trainable params: 0 (0.00 Byte)
=====
    
```

Gambar 5. *Convolutional Neural Network (CNN)* Model

3.5 Training Model

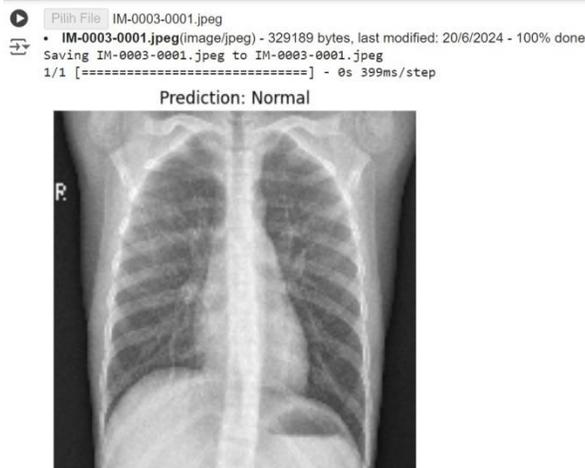
Proses pelatihan menggunakan GPU dari Google Colab dengan total waktu durasi training 435 detik 1s/step sebanyak 20 epoch. Dalam pemilihan epoch, membutuhkan waktu eksperimen berulang kali untuk menentukan epoch yang sesuai dan dapat menghasilkan akurasi model yang diinginkan. Proses pelatihan model penelitian membutuhkan 20 epoch untuk mencapai akurasi 92,15%. Proses pelatihan dilakukan dengan melatih menggunakan data training dan menggunakan data testing untuk data validasi dengan tujuan untuk melihat performa model saat proses pelatihan di setiap iterasi. Per epoch membutuhkan waktu sekitar 435 detik untuk menyelesaikan 1 epoch. Perkembangan akurasi serta loss dapat dilihat pada Gambar 4.



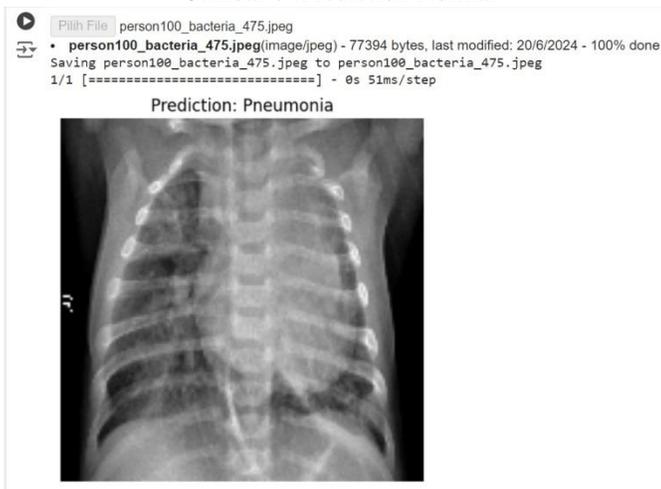
Gambar 6 . Accuracy Validation dan Los Accuracy

Pada grafik training and validation accuracy menunjukkan bahwa *kurva training* dan *validation accuracy* terus meningkat dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Selain itu, pada grafik *training and validation loss*, tampak bahwa kedua kurva mengalami penurunan yang stabil. Ini mengindikasikan bahwa model yang dilatih semakin baik dalam melakukan klasifikasi dan tidak menunjukkan tanda-tanda *overfitting*.

Selanjutnya, dilakukan pengujian model menggunakan data testing untuk mengevaluasi kinerja model yang telah dilatih pada data training serta menilai performa model klasifikasi pada dataset yang digunakan. Hasil pengujian model dengan data testing dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 7 .Prediction Normal



Gambar 8. Prediction Pneumonia

Pada gambar diatas dapat disimpulkan bahwa model *Convolutional Neural Network* (CNN) mampu mengklasifikasi data pada kelas Normal dan Pneumonia dengan benar tingkat accuracy 92,15%.

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penerapan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) pada memiliki kinerja yang cukup baik. Dataset pada penelitian ini berjumlah terdiri dari 2 kelas, yaitu normal, pneumonia. Persebaran data citra pada masing-masing kelas, yaitu 234 citra pada kelas normal, 390 citra pada kelas pneumonia. Total dari kedua citra sebanyak 624 gambar. Hasil training model menunjukkan akurasi sebesar 92,15%. Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat dikatakan bahwa metode *Convolutional Neural Network* (CNN) cukup mampu digunakan untuk mengklasifikasi pneumonia pada citra X-rays paru-paru, dengan akurasi sebesar 89,58%. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan penelitian serupa yang sama-sama menggunakan deep learning, sehingga hasil ini diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk pengembangan keilmuan, khususnya untuk mengklasifikasi pneumonia pada citra X-rays paru-paru. Untuk pengembangan berikutnya, dapat difokuskan

pada penanganan kasus *overfitting* yang timbul, konfigurasi pada arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN), serta jumlah *epoch*. Tidak menutup kemungkinan juga dengan mengimplementasikan beberapa metode deep learning yang lain. Selain itu, ada baiknya data disegmentasi terlebih dahulu, sehingga dapat diperoleh *region of interest* (RoI) pneumonia, agar dapat dihasilkan nilai akurasi yang lebih optimal. Perlu diperhatikan juga penanganan kasus ketidakseimbangan pada jumlah dataset untuk tiap kelasnya, karena akan berpengaruh pada sensitivitas sistem dalam melakukan klasifikasi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. B. Kartasmita, S. Rezeki Hadinegoro, N. Kurniati, R. Triasih, C. Halim, and A. Gamil, "Epidemiology, Nasopharyngeal Carriage, Serotype Prevalence, and Antibiotic Resistance of *Streptococcus pneumoniae* in Indonesia," *Infectious Diseases and Therapy*, vol. 9, no. 4. 2020. doi: 10.1007/s40121-020-00330-5.
- [2] W. Tafroji *et al.*, "Antibacterial activity of medicinal plants in Indonesia on *Streptococcus pneumoniae*," *PLoS One*, vol. 17, no. 9 September, 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0274174.
- [3] M. M. Khoeri *et al.*, "Whole genome sequencing data of *Streptococcus pneumoniae* isolated from Indonesian population," *Data Br.*, vol. 53, 2024, doi: 10.1016/j.dib.2024.110251.
- [4] D. Safari *et al.*, "Staphylococcus aureus and *Streptococcus pneumoniae* prevalence among elderly adults in Jakarta, Indonesia," *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, vol. 46, no. 3, 2015.
- [5] W. F. Said, E. Sukoto, M. M. Khoeri, J. Kumalawati, and D. Safari, "Serotype distribution and antimicrobial susceptibility of *Streptococcus pneumoniae* isolates from adult patients in Jakarta, Indonesia," *J. Infect. Public Health*, vol. 10, no. 6, 2017, doi: 10.1016/j.jiph.2017.01.018.
- [6] H. Farida *et al.*, "Nasopharyngeal carriage of *Streptococcus pneumoniae* in pneumonia-prone age groups in Semarang, Java Island, Indonesia," *PLoS One*, vol. 9, no. 1, 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0087431.
- [7] K. Salsabila *et al.*, "Nasopharyngeal carriage rate, serotype distribution, and antimicrobial susceptibility profile of *Streptococcus pneumoniae* isolated from children under five years old in Kotabaru, South Kalimantan, Indonesia," *J. Microbiol. Immunol. Infect.*, vol. 55, no. 3, 2022, doi: 10.1016/j.jmii.2021.06.006.
- [8] S. R. Hadinegoro *et al.*, "Nasopharyngeal carriage of *Streptococcus pneumoniae* in healthy children under five years old in central lombok regency, Indonesia," *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, vol. 47, no. 3, 2016.
- [9] D. Safari, S. Mudaliana, K. Harimurti, L. Waslia, and D. Subekti, "Nasopharyngeal colonization of *Streptococcus pneumoniae* in elderly people, in Jakarta, Indonesia," *Int. J. Infect. Dis.*, vol. 16, 2012, doi: 10.1016/j.ijid.2012.05.1011.
- [10] H. Sinaga, D. Y. P. Runtuboi, and L. I. Zebua, "Bakteri Penyebab Infeksi Nosokomial Pada Alat Kesehatan dan Udara di Ruang Unit Gawat Darurat RSUD Abepura, Kota Jayapura," *J. Biol. PAPUA*, vol. 6, no. 2, 2018, doi: 10.31957/jbp.462.
- [11] N. K. A. Srinadi and I. M. Sutarga, "KARAKTERISTIK PENGELOLA PROGRAM PENGENDALIAN PENYAKIT PNEUMONIA BALITA DI PUSKESMAS SE-KABUPATEN GIANYAR," *Arch. COMMUNITY Heal.*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.24843/ach.2020.v07.i01.p02.
- [12] T. Rahman *et al.*, "Transfer learning with deep Convolutional Neural Network (CNN) for pneumonia detection using chest X-ray," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 9, 2020, doi: 10.3390/app10093233.
- [13] A. S. Wiratama, M. Rifqi, and S. Maesaroh, "EFEKTIVITAS TRANSFER LEARNING DALAM PENDETEKSIAN PENYAKIT PNEUMONIA MELALUI CITRA X-RAY PARU MANUSIA," *J. Ilm. Sains dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, 2023, doi: 10.47080/saintek.v7i1.2551.
- [14] V. S. Suryaa, A. X. Annie R., and M. S. Aiswarya, "Efficient DNN Ensemble for Pneumonia Detection in Chest X-ray Images," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 12, no. 10, 2021, doi: 10.14569/IJACSA.2021.0121084.
- [15] A. S. Musallam, A. S. Sherif, and M. K. Hussein, "Efficient framework for detecting COVID-19 and pneumonia from chest X-ray using deep convolutional network," *Egypt. Informatics J.*, vol. 23, no. 2, 2022, doi: 10.1016/j.eij.2022.01.002.
- [16] H. Irsyad and D. Mariana, "Klasifikasi Pneumonia pada Chest X-Ray Paru-paru dengan Ekstraksi Fitur Local Binary Pattern Menggunakan Support Vector Machine," *J. Ilm. Betrik*, vol. 12, no. 1, 2021, doi: 10.36050/betrik.v12i1.294.
- [17] K. A. Prayogo, A. Suryadibrata, and J. C. Young, "Classification of pneumonia from X-ray images using siamese convolutional network," *Telkonnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 18, no. 3, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i3.14751.
- [18] A. E. Wijaya, W. Swastika, and O. H. Kelana, "IMPLEMENTASI TRANSFER LEARNING PADA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK DIAGNOSIS COVID-19 DAN PNEUMONIA PADA

- CITRA X-RAY,” *Sainsbertek J. Ilm. Sains Teknol.*, vol. 2, no. 1, 2021, doi: 10.33479/sb.v2i1.125.
- [19] D. Tamaweol, R. H. Ali, and M. L. Simanjuntak, “GAMBARAN FOTO TORAKS PADA PENDERITA BATUK KRONIK DI BAGIAN/SMF RADIOLOGI FK UNSRAT/RSUP PROF. DR. R.D. KANDOU MANADO PERIODE JULI – SEPTEMBER 2015,” *e-CliniC*, vol. 4, no. 1, 2016, doi: 10.35790/ecl.4.1.2016.10955.
- [20] A. Perdananto, “Penerapan deep learning pada Aplikasi prediksi penyakit Pneumonia berbasis Convolutional Neural networks,” *J. Informatics Commun. Technol.*, vol. 1, no. 2, 2019, doi: 10.52661/j_ict.v1i2.34.
- [21] Y. B. Marhenta, W. Admaja, K. E. Seran, and A. N. Effendy, “ANALISIS BIAYA RIIL TERHADAP TARIF INA-CBG’S PADA PASIEN BPJS PNEUMONIA ANAK DI RUMAH SAKIT X DI KOTA MADIUN TAHUN 2019-2021,” *J. Sint. Penelit. Sains, Terap. dan Anal.*, vol. 3, no. 2, 2023, doi: 10.56399/jst.v3i2.61.
- [22] I. P. Suartawan, “BRONKOPNEUMONIA PADA ANAK USIA 20 BULAN,” *J. Kedokt.*, vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.36679/kedokteran.v5i1.177.
- [23] R. Wahab, E. Poli, and C. Sugeng, “Pneumonia Covid-19 dengan Gangguan Ginjal Akut,” *e-CliniC*, vol. 9, no. 1, 2021, doi: 10.35790/ecl.v9i1.32303.
- [24] M. E. H. Chowdhury *et al.*, “Can AI Help in Screening Viral and COVID-19 Pneumonia?,” *IEEE Access*, vol. 8, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3010287.
- [25] S. Winarni, I. Yuliati, and E. Setyaningrum Kiswanti, “Tekanan Parsial Oksigen (PO₂) Pasien Pneumonia Covid-19 dengan Komorbid dan tanpa Komorbid,” *Care J.*, vol. 2, no. 2, 2023, doi: 10.35584/carejournal.v2i2.136.
- [26] M. Nishio, S. Noguchi, H. Matsuo, and T. Murakami, “Automatic classification between COVID-19 pneumonia, non-COVID-19 pneumonia, and the healthy on chest X-ray image: combination of data augmentation methods,” *Sci. Rep.*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.1038/s41598-020-74539-2.
- [27] T. Mahmud, M. A. Rahman, and S. A. Fattah, “CovXNet: A multi-dilation convolutional neural network for automatic COVID-19 and other pneumonia detection from chest X-ray images with transferable multi-receptive feature optimization,” *Comput. Biol. Med.*, vol. 122, 2020, doi: 10.1016/j.compbiomed.2020.103869.
- [28] C. S. Widodo, A. Naba, M. M. Mahasin, Y. Yueniwati, T. A. Putranto, and P. I. Patra, “UBNet: Deep learning-based approach for automatic X-ray image detection of pneumonia and COVID-19 patients,” *J. Xray. Sci. Technol.*, vol. 30, no. 1, 2022, doi: 10.3233/XST-211005.
- [29] B. Yanto, L. Fimawahib, A. Supriyanto, B. H. Hayadi, and R. R. Pratama, “Klasifikasi Tekstur Kematangan Buah Jeruk Manis Berdasarkan Tingkat Kecerahan Warna dengan Metode Deep Learning Convolutional Neural Network,” *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 6, no. 2, 2021, doi: 10.35314/isi.v6i2.2104.
- [30] B. Citra, R. E. D. Green, and B. Rgb, “PENERAPAN ALGORITMA DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DALAM MENENTUKAN KEMATANGAN BUAH JERUK MANIS APPLICATION OF THE DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK ALGORITHM IN DETERMINING THE MURABILITY OF SWEET ORANGE FRUIT BASED ON IMAGES RED GRE,” vol. 10, no. 1, pp. 59–66, 2023, doi: 10.25126/jtiik.2023105695.
- [31] B. Yanto, E. Rouza, L. Fimawahib, B. H. Hayadi, and R. R. Pratama, “Penerapan Algoritma Deep Learning Convolutional Neural Network Dalam Menentukan Kematangan Buah Jeruk Manis Berdasarkan Citra Red Green Blue (RGB),” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 1, 2023, doi: 10.25126/jtiik.20231015695.
- [32] B. Yanto, B. -, J. -, and B. H. Hayadi, “INDENTIFIKASI POLA AKSARA ARAB MELAYU DENGAN JARINGAN SYARAF TIRUAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN),” *JSAI (Journal Sci. Appl. Informatics)*, vol. 3, no. 3, 2020, doi: 10.36085/jsai.v3i3.1151.