

DETEKSI GANGGUAN PARU-PARU BERBASIS CITRA X-RAY MENGGUNAKAN DEEP LEARNING

1st Olyvia Fernanda Soedradjat

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

Olyviasoedradjat@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Rita Magdalena

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

Ritamagdalena@telkomuniversity.co.id

3rd Nor Kumalasari Caecar Pratiwi

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

Caecarnkcp@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (COVID-19)* adalah virus yang menyerang sistem pernapasan. *World Health Organization (WHO)* menyatakannya sebagai penyakit pandemi pada 11 Maret 2020. Virus corona menunjukkan kemiripan gejala dengan *Pneumonia* dan *Tuberculosis*. Adapun gejala yang muncul yaitu sakit tenggorokan, batuk, demam, dan kesulitan dalam bernapas. Metode citra *x-ray* dada digunakan dalam membantu identifikasi penyakit seperti diagnosis, perawatan, dan pemeriksaan ulang. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis membuat model sistem *deep learning* dengan metode *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur *Residual Network-34* untuk mengklasifikasikan empat jenis kelas penyakit paru-paru yaitu kelas COVID-19, Normal, *Pneumonia*, dan *Tuberculosis*. Masukan sistem berupa citra *x-ray* yang terdiri dari 576 citra di setiap kelas. Analisa sistem dilakukan dengan membandingkan pengaruh dari jumlah data latih dengan jumlah data uji, pengujian *pre-processing*, pengujian *size input*, pengujian menggunakan *optimizer* yang berbeda yaitu Adam, RMSprop, dan SGD, pengujian jumlah *epoch*, pengujian *learning rate*, dan pengujian *batch size*. Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, sistem mampu melakukan klasifikasi penyakit paru-paru menggunakan data hasil *pre-processing*, dengan *size input* 50x50, menggunakan perbandingan data latih 80% dan data uji 20%, 100% untuk akurasi pelatihan dan akurasi 95% untuk akurasi pengujian, dengan menggunakan *optimizer* SGD, *learning rate* 0.01, *epoch* 50 dan *batch size* 16.

Kata kunci—*Deep Learning, Convolutional Neural Network, Python, Chest X-Ray, dan ResNet-34*

I. PENDAHULUAN

Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) atau biasa disebut COVID-19 ditemukan di Kota Wuhan, ibu kota Provinsi Hubei dan kota terpadat di Tiongkok tengah. COVID-19 teridentifikasi dari laporan sejenis *Pneumonia* yang tidak jelas asal usulnya. COVID-19 diperkirakan mulai menyebar pada 31 Desember 2019, dan telah berkembang cukup cepat hingga menjadi pandemi baru [1][2][3]. Virus menyebar dari Wuhan ke sebagian besar China hanya dalam 30 hari, meskipun penularannya tidak seluas di dalam provinsi Hubei [4]. Pada Senin, 2 Maret 2020, pemerintah Indonesia mengumumkan kasus pertama virus

COVID-19. Presiden Joko Widodo mengatakan bahwa dua orang Indonesia, seorang ibu berusia 64 tahun dan seorang wanita berusia 31 tahun, telah dinyatakan positif virus COVID-19. Merebaknya virus ini diduga berawal dari pertemuan wanita berusia 31 tahun itu dengan seorang warga negara asing asal Jepang yang masuk ke tanah Indonesia. Pada 14 Februari 2020, pertemuan berlangsung di sebuah klub dansa di Jakarta [5]. Virus COVID-19 dapat menyebar tidak hanya melalui kontak langsung dengan pasien COVID-19, tetapi juga melalui udara. Penularan virus ini lebih berbahaya jika terjadi di lingkungan tertutup dengan sirkulasi udara yang buruk, seperti restoran, tempat kerja, fasilitas olahraga, dan pusat perbelanjaan [6]. Virus COVID-19 dapat menyebabkan gangguan pernapasan sedang, infeksi paru-paru serius, bahkan kematian [7]. Virus COVID-19 menyebabkan gejala yang sebanding dengan *Pneumonia* dan *Tuberculosis*, sedangkan gejala yang muncul antara lain sakit tenggorokan, batuk, demam, dan kesulitan bernapas [8].

Untuk membantu dalam proses deteksi awal penyakit paru-paru, biasanya akan disarankan dengan melakukan pengujian menggunakan citra *x-ray*. Pengujian menggunakan citra *x-ray* dada adalah teknik deteksi yang paling sering digunakan untuk diagnosis pertama virus COVID-19, *Pneumonia*, dan *Tuberculosis*. Metode pemeriksaan citra *x-ray* dada merupakan salah satu prosedur pencitraan medis yang digunakan untuk menemukan anomali (penyakit) pada anatomi tubuh manusia dengan cara pengambilan foto atau foto bagian dalam tubuh menggunakan radiasi elektromagnetik [9]. Kekurangan dari metode citra *x-ray* dada adalah hasil temuan masih ditentukan secara manual, sehingga membutuhkan waktu yang lama bagi tenaga medis atau dokter untuk mendiagnosa penyakit yang diderita pasien. Oleh karena itu, penulis mencoba memecahkan tantangan tersebut dalam tugas akhir ini dengan mengkategorikan citra *x-ray* dada menjadi beberapa klasifikasi menggunakan metode *deep learning*. Data yang digunakan dalam *deep learning* berupa gambar citra *x-ray* dada dua dimensi yang dapat diolah dengan pendekatan *Convolutional Neural Network (CNN)*. Menggunakan *supervised learning*, metode ini membantu dalam mengkategorikan data berlabel. Pendekatan *supervised learning*, beroperasi pada satu set

sampel data berlabel. Kumpulan sampel data ini berguna untuk menggambarkan karakteristik fitur distribusi ukuran perilaku di setiap jenis aplikasi, sehingga menghasilkan pembentukan model perilaku data [10]. Metode CNN dianggap sebagai metode yang paling efektif untuk mendeteksi dan mengidentifikasi gambar *citra x-ray dada* [11].

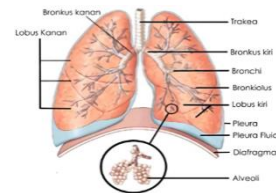
Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis melakukan penelitian menggunakan kasus dan metode yang berbeda. Penulis mengusulkan sebuah model yang dapat membaca hasil *citra x-ray dada* untuk diagnosis COVID-19, Normal, *Pneumonia*, dan *Tuberculosis* (TBC) menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *Residual Neural Network Layer 34* (ResNet-34). Dari model CNN tersebut, nantinya akan digunakan untuk mendiagnosis beberapa label atau kelas dataset yaitu COVID-19, Normal, *Pneumonia*, dan *Tuberculosis* (TBC) dari hasil *citra x-ray dada*. ResNet digunakan dalam penelitian ini karena mampu mengatasi permasalahan hilangnya *gradient* (*vanishing gradient*) pada model CNN dengan performansi yang stabil.

II. KAJIAN TEORI

A. Paru-paru

Paru-paru merupakan organ manusia yang dapat ditemukan di rongga dada yang beratnya antara 300 hingga 400 gram. Paru-paru manusia dibagi menjadi dua bagian yaitu paru-paru kanan dan paru-paru kiri. Paru-paru kanan memiliki tiga *lobus*: *superior*, *medius*, dan *inferior*, sedangkan paru-paru kiri memiliki dua *lobus*: *superior* dan *inferior* [12]. Paru-paru berfungsi sebagai organ pernapasan utama tubuh. Tujuan sistem pernapasan adalah untuk mengekstrak oksigen (O_2) dari udara dan mendistribusikannya ke seluruh tubuh melalui respirasi sel untuk menghasilkan ATP atau energi yang dibutuhkan dan digunakan oleh manusia untuk melakukan aktivitas sehari-hari, serta untuk menghilangkan karbon dioksida (CO_2) [13] [14].

Alur penyebaran oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2) dari atmosfer (udara) yaitu melalui hidung, tenggorokan, laring, *trakea*, *bronkus*, *bronkiolus*, dan *alveoli*. Difusi adalah proses pertukaran gas lingkungan luar berupa oksigen (O_2) dan darah dengan pertukaran gas di dalam jaringan tubuh. Setelah proses difusi, gas oksigen (O_2) memasuki aliran darah dan diangkut oleh eritrosit. Eritrosit adalah sejenis sel darah yang berfungsi sebagai pengikat oksigen (O_2), yang penting bagi semua makhluk hidup yang memiliki tulang belakang. Kemudian, eritrosit yang telah mengikat Oksigen (O_2) dibawa ke jantung, dimana oleh jantung nantinya akan dipompa dan diedarkan ke seluruh tubuh hingga tingkat sel. Oksigen (O_2) memasuki sel dan didalam mitokondria digunakan untuk aktivitas metabolisme yang penting bagi kelangsungan hidup makhluk hidup. Sedangkan karbondioksida (CO_2) bereaksi berlawanan Oksigen (O_2). Melewati mulut dan hidung, karbon dioksida (CO_2) dilepaskan dari paru-paru ke atmosfer [12]. Adapun bagian-bagian paru-paru dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Bagian-bagian Paru-paru

Berikut ini merupakan contoh *citra x-ray dada* paru-paru normal:



Gambar 2. 2 Citra X-ray Paru-paru Normal

B. Penyakit Paru-paru

Penyakit paru-paru adalah suatu kondisi penyakit yang hanya menyerang organ paru-paru. Ada banyak jenis gangguan paru-paru, namun penyakit paru-paru yang diselidiki dalam penelitian ini meliputi:

1. Penyakit *Tuberculosis*

Tuberkulosis (disingkat Tbc atau *Tubercle Bacillus* disingkat TB) adalah penyakit menular yang umum dan berbahaya. Berbagai *strain mikobakteri* merupakan penyebab dari kondisi ini. *Mycobacterium tuberculosis* adalah bentuk paling umum dari bakteri yang mempengaruhi manusia (disingkat "MTb" atau "MTbc"). Tuberkulosis juga dapat menyerang organ tubuh lain selain paru-paru.

Ketika pasien TB aktif batuk, bersin, atau memercikkan air liur di udara, penyakit ini bisa tersebar melalui udara. Pada kebanyakan kasus, infeksi tuberkulosis bersifat asimtomatik (tidak ada gejala klinis) dan laten (tidak dapat menular). Hanya satu dari setiap 10 kasus infeksi laten berkembang menjadi TB aktif. Jika pasien TB tidak diobati, lebih dari separuh penderitanya akan meninggal [15]. Penyakit TB dapat dikenali dengan menggunakan sinar-X dan memeriksa lesi yang berbentuk koin atau luka melingkar yang disebabkan oleh infeksi bakteri, dengan lesi berbentuk koin dengan diameter berkisar antara 1 hingga 5 cm. Lesi koin pada rontgen paru dibedakan dengan bintik abu-abu yang berbentuk bulat [16]. Adapun contoh *rontgen* atau *chest x-ray* paru-paru pengidap *tuberculosis* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Citra X-ray Penyakit *Tuberculosis*

2. Penyakit *Pneumonia*

Radang paru-paru atau sering dikenal sebagai *pneumonia* adalah kondisi infeksi yang menyebabkan kantung udara di paru-paru meradang dan membesar. Karena paru-paru dipenuhi air atau cairan lendir, penyakit medis ini disebut juga dengan penyakit paru-paru basah [17]. Siapapun, baik muda ataupun tua, bisa terkena penyakit ini. Batuk, nyeri

di dada, demam, menggigil, berkeringat banyak, sulit bernapas, mual atau muntah, dan diare adalah gejala umum dari kondisi ini. Rontgen dada dan pengambilan kultur dari sputum adalah dua metode yang digunakan untuk diagnosis kondisi ini. Beberapa jenis pneumonia sekarang dapat dicegah dengan menggunakan vaksin. Perawatan untuk kondisi ini ditentukan oleh etiologi gejala pertama. Jika bakteri dianggap sebagai alasan pemeriksaan pertama, maka dapat diobati dengan mengonsumsi antibiotik. Sedangkan, jika pneumonia dianggap serius, pasien biasanya akan langsung dirawat di rumah sakit [16].

Pasien dengan pneumonia dapat didiagnosis pada rontgen dada dengan mencari *consolidation*. *Consolidation* terjadi ketika transudat, nanah, darah, sel, atau zat lain menggantikan udara di alveoli. Penyakit sering dimulai di alveoli dan menyebar dari satu alveolus ke alveolus berikutnya. Munculnya daerah abu-abu buram pada rontgen dada paru-paru menunjukkan adanya *consolidation* karena isi paru-paru tidak hanya udara, tetapi juga cairan [16]. Adapun dapat dilihat pada Gambar 2.4, merupakan contoh *chest x-ray* paru-paru pengidap *pneumonia*.



Gambar 2. 4 Citra X-ray Penyakit Pneumonia

3. Penyakit COVID-19

Corona Virus Disease-19 adalah infeksi yang disebabkan oleh strain virus baru virus corona yang menyerang sistem pernapasan akut. Virus COVID-19 adalah anggota keluarga virus yang sama yang menyebabkan flu biasa, *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS), dan *Middle East Respiratory Syndrome* (MERS) [18].

Penyakit ini awalnya ditemukan di Wuhan, ibu kota provinsi Hubei dan kota terpadat di China tengah. COVID-19 ditemukan setelah keluhan jenis pneumonia yang tidak diketahui. COVID-19 diperkirakan mulai menyebar pada 31 Desember 2019, dan kemudian berkembang pesat menjadi pandemi baru [1][2][3].

Pada Senin, 2 Maret 2020, pemerintah Indonesia mengumumkan kasus pertama virus COVID-19. Presiden Joko Widodo mengatakan bahwa dua orang Indonesia, seorang ibu usia 64 tahun dan seorang wanita usia 31 tahun, telah dinyatakan positif virus COVID-19. Merebaknya virus ini diduga berawal dari pertemuan wanita berusia 31 tahun itu dengan seorang WNA asal Jepang yang masuk ke Indonesia. Pada 14 Februari 2020, pertemuan berlangsung di sebuah klub dansa di Jakarta [5]. Pada 23 September 2020, diumumkan bahwa COVID-19 telah menyebar ke hampir setiap negara di dunia, dengan 31,4 juta kasus positif dan 967.000 kematian. Ada 253.000 kasus dan hampir 9.000 kematian dikonfirmasi di Indonesia [2]. Penyakit pandemi ini dianggap sebagai ancaman yang serius bagi semua negara di dunia karena telah mengganggu banyak elemen kehidupan, termasuk kesehatan, ekonomi, sosial, dan lain-lain [19].

Penularan COVID-19 dapat terjadi tidak hanya melalui kontak langsung dengan penderita COVID-19, tetapi juga melalui udara dan *droplet* (percikan air liur) saat orang

bersin atau berbicara. Penularan virus ini lebih berbahaya jika terjadi di lingkungan tertutup dengan sirkulasi udara yang buruk, seperti restoran, tempat kerja, fasilitas olahraga, dan pusat perbelanjaan [6]. Meskipun diketahui bahwa virus ini dapat menular melalui kontak mulut, hidung, atau mata dengan benda atau permukaan lain yang terdapat virus COVID-19, hal ini tidak dianggap sebagai penyebab utama penyebaran COVID-19. Virus COVID-19 dapat menyebabkan gangguan pernapasan sedang, infeksi paru-paru serius, bahkan kematian [7].

Pasien dengan penyakit COVID-19 memiliki rontgen atau rontgen dada yang menunjukkan bahwa CT-scan toraks dapat secara akurat mengevaluasi fitur dan luasnya lesi paru, dan hasil CT-scan dari pasien pengidap penyakit ini adalah adanya *ground-glass opacities* (GGO), GGO dan *consolidation* campuran, penebalan daerah *pleura* yang berdekatan, penebalan *septum interlobular*, dan *bronchogram* udara. Hasil CT-scan toraks tidak ada perbedaan yang signifikan (sama) baik dalam usia atau jenis kelamin yang berbeda [20]. Adapun dapat dilihat pada Gambar 2.5, merupakan contoh *chest x-ray* paru-paru pengidap COVID-19.

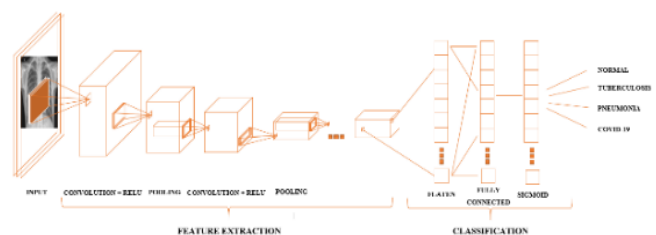


Gambar 2. 5 Citra X-ray Penyakit COVID-19

C. Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) adalah salah satu dari banyak metode pengembangan dari variasi *Artificial Neural Networks* (ANN) atau Jaringan Saraf Tiruan (JST) dan *Multilayer Perceptrons* (MLP) yang memiliki bobot dan beberapa lapisan tersembunyi yang terstruktur ke dalam arsitektur yang digunakan dalam pemrosesan data dua dimensi. CNN biasanya digunakan untuk menganalisa objek pada gambar. Teknik CNN juga dianggap sebagai model terbaik untuk menganalisa objek [21].

Teknik CNN adalah salah satu *deep learning*, yang menggunakan konsep *machine learning* untuk menemukan karakteristik visual data berdasarkan kemampuan JST dengan menerapkan algoritma untuk memproses lapisan untuk menghasilkan output yang lebih akurat. Pendekatan CNN digunakan untuk mengidentifikasi dan mengkategorikan gambar dengan mengolah gambar dua dimensi dengan tingkat kedalaman lapisan yang tinggi [22]. Arsitektur CNN terdapat beberapa lapisan pada model CNN yaitu lapisan *convolution*, fungsi aktivasi, *pooling*, *flatten*, dan lapisan *fully connected*. Adapun arsitektur CNN secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.6

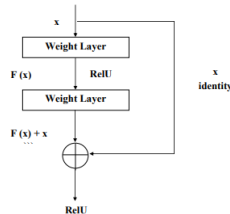


Gambar 2. 6 Arsitektur Umum CNN

Struktur CNN terdiri dari banyak lapisan, termasuk input, ekstraksi fitur, klasifikasi, dan output. Prosedur ekstraksi mencakup banyak lapisan tersembunyi, termasuk *Convolution Layer*, *Rectified Linear Unit* (ReLU), dan *Pooling*. Secara umum cara kerja dari CNN yaitu *output* dari *convolution layer* pertama digunakan sebagai input untuk *convolution layer* berikutnya. Pada tahap *classification layer* terdiri dari *full connected layer* dan *softmax* yang outputnya berupa hasil klasifikasi [23].

D. Residual Neural Network (ResNet)

ResNet merupakan arsitektur CNN yang terdiri dari beberapa variasi jenis lapisan seperti 18, 34, 50, 101, dan 152 layer. Arsitektur ResNet bertujuan melakukan pemetaan identitas data citra dengan layer yang cukup dalam tanpa menyebabkan kehilangan gradient yang cukup besar. Arsitektur ResNet memanfaatkan *skip connection* atau melompati beberapa layer yang diimplementasi dengan lompatan dua atau tiga lapis yang mengandung *non linearitas* (ReLU). Dengan tambahan matriks bobot dapat digunakan bobot lompatan yang dikenal sebagai HighwayNets [22]. Adapun dapat dilihat pada Gambar 2.7 menunjukkan *skip connection* yang digunakan pada model ResNet sebagai berikut.



Gambar 2.7 Blok Skip Connection

E. Parameter Uji

Parameter yang akan diuji dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Akurasi

Parameter akurasi adalah kemampuan sistem untuk menemukan input yang diberikan dan menghasilkan nilai output yang tepat [24]. Adapun untuk menghitung nilai akurasi dapat menggunakan Persamaan (2.1) sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{TTP \text{ all} + TTN \text{ all}}{\text{total number of testing entries}} \quad (2.1)$$

2. Loss

Parameter yang digunakan untuk menghitung ketidaktepatan sistem dalam mengetahui input sehingga mendapatkan hasil output yang tidak sesuai harapan [24]. Adapun *loss* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.2) berikut:

$$\text{Loss} = \frac{TFP \text{ all} + TFN \text{ all}}{\text{total number of testing entries}} \quad (2.2)$$

3. Presisi

Parameter presisi atau biasa disebut nilai positif prediksi. Parameter ini digunakan untuk mengetahui seberapa banyak prediksi positif yang benar, dari keseluruhan data prediksi positif [24]. Adapun *precision* dapat dihitung dengan Persamaan (2.3) sebagai berikut:

$$\text{Presisi} = \frac{TTP \text{ all}}{TTP \text{ all} + TFPi} \quad (2.3)$$

4. Recall

Parameter *recall* atau sensitivitas digunakan untuk menghitung nilai perkiraan rasio nilai *true positive* relatif terhadap semua data *true positive* [24]. Adapun untuk menghitung nilai *recall* dapat menggunakan Persamaan (2.4) sebagai berikut:

$$\text{Recall} = \frac{TTP \text{ all}}{TTP \text{ all} + TFNi} \quad (2.4)$$

2.5.4. F1-Score

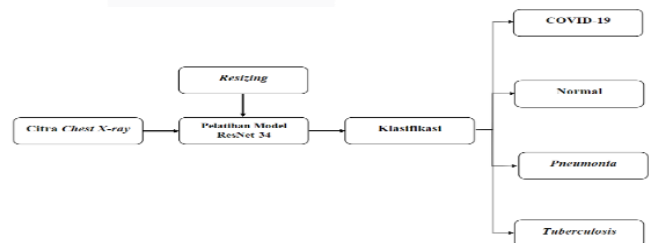
F1-Score merupakan proses perhitungan evaluasi dalam mengkombinasikan nilai sensitivitas dan *precision*. Nilai sensitivitas dan *precision* dari suatu keadaan dapat memiliki nilai yang berbeda [24]. Adapun nilai dari *f1-Score* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.5) berikut:

$$F1 - \text{Score} = 2 \times \frac{(\text{Precision} \times \text{Sensitivity})}{\text{Precision} + \text{Sensitivity}} \quad (2.5)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Blok Diagram Perancangan

Sistem yang dirancang digunakan untuk mengklasifikasikan penyakit gangguan paru kedalam empat kelas yaitu COVID-19, *pneumonia*, *tuberculosis* (TBC), dan normal. Sistem yang dirancang menggunakan *deep learning* dengan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur ResNet-34. Data masukan berupa citra *chest x-ray* berwarna dengan format .JPEG yang diperoleh dari laman Kaggle dengan link <https://www.kaggle.com/jtiptj/chest-xray-pneumoniacovid19tuberculosis> yang dapat diakses secara publik. Gambaran umum sistem diilustrasikan dengan blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Gambar 3.1 secara umum merupakan alur proses penelitian sistem yang dirancang dengan tujuan untuk mendapatkan hasil klasifikasi citra *chest x-ray* gangguan paru-paru. Data *input* sistem yang digunakan adalah citra *chest x-ray* dari dataset dari kaggle, berupa citra penyakit gangguan paru-paru yang akan dilakukan klasifikasi dalam beberapa kelas yang telah ditentukan. Selanjutnya, dilakukan *pre-processing* untuk memberikan kualitas yang lebih baik terhadap citra. Prosedur pelatihan model kemudian dilakukan dengan memberikan data pelatihan ke sistem dengan tujuan untuk mendapatkan hasil klasifikasi yang maksimal menggunakan model ResNet-34 melalui *convolution*, *activation*, dan *max pooling layer*, sehingga dihasilkan model terbaik kemudian dikategorikan berdasarkan kelas yang telah ditentukan. Klasifikasi merupakan hasil *output* dari pelatihan model dalam mengidentifikasi sesuatu dan mengelompokkannya menjadi empat kelompok: COVID-19, *Pneumonia*, *Tuberculosis*, dan Normal.

B. Hasil Pengujian

Akurasi, presisi, recall, dan F1-score adalah beberapa parameter yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem. Pengujian ini menggunakan parameter terbaik yang digunakan dari pengujian yang telah ditentukan. Proses ini menggunakan hasil uji perbandingan jumlah data latih 80% dan data uji 20%, menggunakan data yang melalui proses *pre-processing*, menggunakan *optimizer* SGD dengan nilai *learning rate* 0.01, nilai *epoch* 50, dan *batch size* 16. Adapun hasil *confusion matrix* terbaik dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini

Tabel 3. 1 Confusion Matrix

Parameter		Prediksi			
		COV	Nor	Pne	Tub
A k t u a l	COV	97	1	1	3
	Nor	2	119	6	0
	Pne	1	4	115	1
	Tub	2	1	0	108

Tabel 3.1 di atas adalah tabel *confusion matrix* yang dihasilkan dari prosedur pengujian berdasarkan berbagai pengujian yang dilakukan. Tabel ini dapat digunakan untuk acuan menghitung karakteristik kinerja sistem termasuk akurasi, presisi, *recall*, dan F1-score. Hasil *confusion matrix* menunjukkan bahwa dari 461 citra yang digunakan untuk data uji, yang sesuai terdeteksi dengan benar ada 439 citra, dan 22 citra terdeteksi salah. Hasil performansi sistem yang dicapai berdasarkan parameter terbaik yang telah dilakukan ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil Performansi Sistem

Kelas	Akurasi	Presisi	Recall	F1-Score	Loss
COV	0.95	0.95	0.95	0.95	0.2705
Nor		0.95	0.94	0.94	
Pne		0.94	0.95	0.95	
Tub		0.96	0.97	0.97	

Dari hasil performansi sistem pada table 3.2 diatas, diketahui bahwa setiap kelas memiliki nilai presisi, *recall*, dan F1-score. Akurasi yang didapatkan dari keseluruhan kelas mencapai 100% untuk akurasi latih dan 95% untuk akurasi uji. Dari hasil analisa yang didapatkan, penelitian ini dianggap memiliki performansi yang cukup baik sehingga dianggap dapat digunakan sebagai media untuk mengklasifikasi empat kelas penyakit paru-paru yaitu COVID-19 (COV), Normal (Nor), *Pneumonia* (Pne), dan *Tuberculosis* (Tub).

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan untuk mengklasifikasikan penyakit paru-paru menggunakan *Convolutional Neural Networks* (CNN) dengan arsitektur ResNet-34, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model CNN dengan arsitektur ResNet-34 sudah cukup baik sehingga dianggap dapat digunakan sebagai media untuk membantu melakukan klasifikasi penyakit paru-paru kedalam empat kelas yaitu COVID-19, Normal, *Pneumonia*, dan *Tuberculosis*.
2. Hasil akurasi yang diperoleh dari pengujian keempat kelas penyakit paru-paru menggunakan metode CNN dengan arsitektur ResNet-34 yakni sebesar 100% untuk

akurasi pelatihan dan 95% untuk akurasi pengujian dengan *loss* pelatihan sebesar 0,000059 dan *loss* pengujian sebesar 0,2705.

3. Pada model pengujian tanpa menggunakan *pre-processing* CLAHE dan *Gaussian Filter* dengan menggunakan *hyperparameter* perbandingan rasio data latih 80% dan data uji 20%, *size input* 50x50, menggunakan *optimizer* SGD, dengan *learning rate* 0,01, *epoch* 50 dan *batch size* 16 menghasilkan akurasi sebesar 100% untuk akurasi pelatihan dan 95% untuk akurasi pengujian dengan *loss* pelatihan sebesar 0,000059 dan *loss* pengujian sebesar 0,2705.

B. Saran

Beberapa penyempurnaan diperlukan untuk mencapai hasil yang maksimal dalam membangun sistem klasifikasi penyakit paru menggunakan metode CNN dengan arsitektur ResNet-34, oleh karena itu usulan penulis untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Mencoba menggunakan arsitektur yang lain sebagai media pembanding dan menghasilkan peningkatan akurasi.
2. Meningkatkan jumlah data dan kelas untuk memungkinkan model mampu berfungsi lebih maksimal.

REFERENSI

- [1] Wu, F., Zhao, S., YU, B., et al. "A New Coronavirus Associated with Human Respiratory Disease in China". *Nature* 579 (7798), p.265– 269, 2020.
- [2] Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., Cao, B. "Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China". *Lancet* 395 (10223), p.497–506, 2020.
- [3] Yuliana. "Corona Virus Disease (COVID-19); Sebuah Tinjauan Literatur." Volume 2, Nomor 1, February 2020, p. 187-192. ISSN 2655-9951 (print), ISSN 2656-0062 (online), 2020.
- [4] Z. Wu dan J.M. MC Gogan. "Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention". *Jama* 323 (13), p.1239–1242, 2020.
- [5] Tosepu, R., Effendy, D. S., Ahmad, L. O. A. I. "The First Confirmed Cases of COVID-19 in Indonesian Citizens". ISSN: 2477-1570, 2020.
- [6] M.G. Manoj, M.K. Satheesh Kumar, K.T. Valsaraj, C. Sivan, Soumya K. Vijayan. "Potential Link Between Compromised Air Quality and Transmission of the Novel Corona Virus (SARS-CoV-2) in Affected Areas", 2020.
- [7] Timah, S. "Hubungan Penyuluhan kesehatan dengan Pencegahan COVID-19 di Kelurahan kleak kecamatan Malalayang Kota Manado". pISSN: 2622-9595 eISSN: 2623-0097. Volume 3 Nomor 1 Januari 2021.
- [8] Musso, M., Gennaro, F. D., Gualano, G., Mosti, S., Cerva, C., Fard, S. N., Libertone, R., Bari, V. D., Cristofaro, M., Tonnarini, R., Castilletti, C., Goletti, D., Palmieri, F. (2021). "Concurrent cavitary pulmonary tuberculosis and COVID-19 pneumonia with in vitro immune cell anergy". *Infection* (2021) 49:1061–1064.

- [9] Septiyanti, I., Khalif, M. A., Anwar, E. D. "Analisis Dosis Paparan Radiasi Pada *General X-Ray II* Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Muhammadiyah Semarang". e-ISSN 2621-7457, p-ISSN 2356-301X, 2020.
- [10] Roihan, A., Sunarya, P. A., Rafika, A. S. (2020). "Pemanfaatan *Machine Learning* dalam Berbagai Bidang: *Review Paper*". IJCIT (*Indonesian Journal on Computer and Information Technology*), 2020.
- [11] Pratama, P. A. H., Teguh, R., Sahay, A. S., Wilentine, V. "Deteksi COVID-19 Berdasarkan Hasil Rontgen Dada (*Chest Xray*) Menggunakan *Python*". JOINTECOMS (*Journal of Information Technology and Computer Science*) Volume 1, Nomor 1, June 2021.
- [12] Warobi, W. "Pengaruh Paparan Pengharum Ruangan Cair Terhadap Gambaran Histologi Bronkus Mencit (*Mus Musculus*) dan Sumbangsihnya pada Materi Pencemaran Lingkungan di Kelas X SMA/MA". Skripsi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, 2020.
- [13] Soesilo, B. "Pemanfaatan Jaringan Saraf Tiruan untuk Mendeteksi Gangguan Paru-paru Menggunakan Metode *Backpropagation*". Volume 3, Nomor 1, April 2010.
- [14] Kurniasih, N. P. "Perancangan Sistem Akuisisi Data Berbasis *Arduino* untuk Pengenalan Ciri Sinyal Suara Paru dan Jantung". Skripsi Program Studi Teknobiomedik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, 2016.
- [15] Muchtar, N. H., Herman, D., & Yulistini. "Gambaran Faktor Risiko Timbulnya Tuberkulosis Paru pada Pasien yang Berkunjung ke Unit DOTSRSUP Dr. M. Djamil Padang Tahun 2015". Jurnal Kesehatan Andalas, 7(1),80-87, 2018.
- [16] Eldianto, M. N. D. "Implementasi *Deep Learning* pada Sistem Klasifikasi Penyakit Paru Berdasarkan Foto Rontgen Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN)". Program Studi Sistem Informasi, Universitas Jember, 2019.
- [17] Efni, Y., Machmud, R., & Pertiwi, D. "Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Kejadian *Pneumonia* pada Balita di Kelurahan Air Tawar Barat Padang". Jurnal Kesehatan Andalas, 5(2), 365-370. 2016.
- [18] Boldog, P., Tekeli, T., Vizi, Z., Dénes, A., Bartha, F. A., & Röst, G. (2020). "Risk Assessment of Novel *Coronavirus* COVID-19 Outbreaks Outside China". Journal of Clinical Medicine, 9(2).
- [19] Fattah, M. S. "Deteksi Penyakit *Pneumonia* dan COVID-19 Menggunakan Citra X-ray dengan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) Model Google Net". Skripsi Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, 2021.
- [20] Malaru, C. R. E., Rondo, A. G. E. Y., Wagiu, C. G. "Gambaran Hasil CT-Scan Toraks pada Pasien *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19)". Jurnal Biomedik Universitas Sam Ratulangi. eISSN 2337-5949. Terakreditasi Nasional: SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan. KemenRistekdikti RI No. 28/E/KPT/2019 e-CliniC. 2021;9(1):212-217 DOI: <https://doi.org/10.35790/ecl.9.1.2021.32416>. 2021.
- [21] Tobias, L., Ducournau, A., Rousseau, F., Mercier, G., & Fablet, R. (2016). "Convolutional Neural Network for *Object Recognition on Mobile Devices: a Case Study*". International Conference on Pattern Recognition (ICPR) Mexico: IEEE, 2016.
- [22] Abdullah, S. H. "Klasifikasi *Diabetic Retinopathy* Berbasis Pengolahan Citra Fundus dan *Deep Learning*". Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom Bandung, 2021.
- [23] E. Maggiori, Y. Tarabalka, G. Charpiat, P. Alliez and S. member, "Convolutional Neural Networks for Large-Scale Remote Sensing Image Classification," IEEE Geoscience and Remote Sensing Society, vol. 55, pp. 645- 657, 2017.
- [24] Powers, D. M. W. "Evaluation: From Precision, Recall, and F-Factor to ROC, Informedness, Markedness & Correlation". J. Mach. Learn., vol. 2, pp. 37-63, 2007.