

**TEKNIK *SLICE-BASED* DAN ARSITEKTUR *2D-DENSE-MOBILENET* PADA CITRA 3D *CHEST CT-SCAN* UNTUK
KLASIFIKASI COVID-19**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

Oleh :

INDA SETYAWATI

08011381924059



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**TEKNIK *SLICE-BASED* DAN ARSITEKTUR *2D-DENSE-MOBILENET* PADA CITRA 3D *CHEST CT-SCAN* UNTUK
KLASIFIKASI COVID-19**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

Oleh

**INDA SETYAWATI
NIM. 08011381924059**

Pembimbing Kedua



**Dr. Yuli Andriani, S.Si., M.Si
NIP. 197207021999032001**

**Indralaya, Agustus 2023
Pembimbing Utama**



**Dr. Anita Desiani, S.Si., M.Kom
NIP. 197712112003122002**

Mengetahui,

a.n. Ketua

Sekretaris Jurusan Matematika



**Dr. Dian Cahyawati, S.Si., M.Si
NIP. 197303212000122001**

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Inda Setyawati

NIM : 08011381924059

Fakultas/Jurusan : MIPA/Matematika

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan sarjana satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 23 Agustus 2023

A 10,000 Indonesian Rupiah banknote is shown with a handwritten signature in black ink over it. The signature is written in a cursive style. Below the banknote, the word "Penulis" is printed in a bold, black font.

Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan skripsi ini untuk:

Yang Maha Kuasa Allah Subhanahu Wa Ta'ala,

Kedua orang tuaku tersayang,

Kedua adik perempuanku,

Kedua adik laki-lakiku,

Keluarga besarku,

Semua guru dan dosenku,

Sahabat-sahabatku,

Dan almamaterku

Moto

“Keep moving forward even though it is full of obstacle”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Teknik *slice-based* dan Arsitektur *2D-Dense-MobileNet* pada citra 3D *Chest CT-Scan* untuk Klasifikasi COVID 19” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains bidang studi Matematika di Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa proses pembuatan skripsi ini merupakan proses pembelajaran yang sangat berharga serta tak lepas dari kekurangan dan keterbatasan. Dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, **Wiwik Hartati** dan **Nanang Suryana**, yang tak pernah lelah mendidik, menasehati, membimbing, dan mendukung serta terus mendoakan anaknya. Terima kasih atas segala perjuangan dan pengorbanan hingga detik ini dan sampai kapanpun.
2. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika dan Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada penulis selama proses perkuliahan.
3. Ibu **Dr. Anita Desiani, S.Si., M.Kom** selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran untuk memberikan bimbingan, pengarahan, dan didikan berharga selama proses pembuatan skripsi, kompetisi atau program mahasiswa, dan perjalanan perkuliahan ini.

4. Ibu **Dr. Yuli Andriani, S.Si., M.Si** selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan selama proses pembuatan skripsi ini.
5. Bapak **Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si** dan Ibu **Eka Susanti, S.Si., M.Sc** selaku dosen pembahas dan penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat bermanfaat untuk perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak **Dr. Ngudiantoro, S.Si., M.Si.** selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan mengarahkan urusan akademik penulis.
7. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika FMIPA** yang telah memberikan ilmu, nasihat, motivasi, serta bimbingan selama proses perkuliahan.
8. Pak **Irwansyah** selaku admin dan Ibu **Hamidah** selaku pegawai tata usaha Jurusan Matematika FMIPA yang telah membantu penulis selama perkuliahan.
9. **Seluruh guru** yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat hingga mengantarkan penulis pada pendidikan ini.
10. Adik-Adik ku tersayang, **Arman Maulana, Marsya Widyastuti, M.Arkhan Maulana, Kheyra Fateen Hafidzoh** yang selalu mendoakan, memberikan semangat kepada penulis, beserta keluarga besar yang selalu mendukung penulis.
11. **Kakak-kakak tingkat angkatan 2016, 2017, dan 2018 bidang minat komputasi** yang telah banyak membantu serta berbagi ilmu selama proses pembuatan skripsi.

12. **Semua sahabat seperjuangan** dalam masa perkuliahan dan proses skripsi, **Keluarga Matematika 2019, Komputasi 2019, BEM KM FMIPA Kabinet TRIKORA, BEM KM FMIPA Kabinet AKSI, BEM KM FMIPA Kabinet Rubik Laskarika**, dan rekan-rekan perlombaan selama perkuliahan. Terima kasih sudah menjadi orang-orang baik di sekeliling penulis yang selalu mendukung, membantu dengan tulus, dan memberi energi positif.
13. Sahabat-sahabat SMA **Risky Andryany** dan **Dinda Melyta Muliawati** yang tidak pernah letih untuk menemani dan direpotkan oleh penulis. Terima kasih selalu memberikan doa, kekuatan dan dukungannya kepada penulis.
14. **Kakak-kakak tingkat Angkatan 2017 dan 2018 serta adik-adik tingkat Angkatan 2020 dan 2021**, terima kasih atas segala kebaikan dan bantuannya.
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan terbaik dari Allah SWT.

Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa/mahasiswi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan seluruh pihak yang membutuhkan.

Indralaya, Agustus 2023

Penulis

SLICE-BASED TECHNIQUES AND 2D-DENSE-MOBILENET ARCHITECTURE ON 3D CHEST CT-SCAN IMAGES FOR COVID-19 CLASSIFICATION

By:

**Inda Setyawati
0801138194059**

ABSTRACT

Convolutional neural network (CNN) is a deep learning method that has many layers and requires large data. However, image data sizes that are too large can affect computational performance due to large memory usage. Limited memory can cause CNN not to work optimally. The solution to overcome the large number of data sizes and multiply the data in 3D images to meet the needs of CNN training, namely, images can be sliced into 2D images using slice-based techniques to improve the training function on CNN. One of the CNN architectures is MobileNet which has light computation and high speed because it produces small parameters, but small parameters are not enough to study features in large data. Lack of parameters in training can affect classification performance to be not optimal. One way to increase parameters is by using dense-blocks. Dense-block is a block layer on CNN which has a feed forward layer that is connected to each previous layer to another layer. Dense-block additions to the MobileNet architecture to increase parameters and capture more complex features. This study applies slice-based techniques and 2D Dense-MobileNet architecture to meet the data requirements on CNN and obtain a CNN architecture that is able to improve performance on the MobileNet architecture. The stages carried out in this classification process are preprocessing, data augmentation, training, and testing. The results of the study with the 3D CT-Scan chest dataset obtained an accuracy value of 94.41%, a sensitivity of 88.45%, a specificity of 96.07%, an f1-score of 88.21%, and Cohen's kappa of 85.44%. Based on these results, it shows that the 2D-Dense-MobileNet architecture is capable of performing classification tasks to determine the level of COVID-19 infection from the image data used.

Keywords: Classification, CT-Scan, slice-base technique, MobileNet, Dense-block

TEKNIK *SLICE-BASED* DAN ARSITEKTUR *2D-DENSE-MOBILENET* PADA CITRA 3D *CHEST CT-SCAN* UNTUK KLASIFIKASI COVID-19

Oleh:

Inda Setyawati
0801138194059

ABSTRAK

Convolutional neural network (CNN) merupakan metode *deep learning* yang memiliki banyak lapisan dan membutuhkan data yang besar. Namun ukuran data citra yang terlalu besar dapat mempengaruhi kinerja komputasi karena penggunaan memori yang besar. Memori yang terbatas dapat menyebabkan CNN tidak bekerja dengan optimal. Solusi untuk mengatasi jumlah ukuran data yang besar dan memperbanyak data pada citra 3D dalam memenuhi kebutuhan *training* CNN yaitu, citra dapat dipotong (*slice*) menjadi citra 2D menggunakan teknik *slice-based* untuk meningkatkan fungsi *training* pada CNN. Salah satu arsitektur CNN adalah *MobileNet* yang memiliki komputasi yang ringan dan kecepatan tinggi karena menghasilkan parameter yang kecil, namun parameter yang kecil tidak cukup dalam mempelajari *fitur-fitur* pada data yang besar. Kekurangan parameter dalam *training* dapat mempengaruhi kinerja klasifikasi menjadi tidak optimal. Salah satu cara untuk meningkatkan parameter dengan penggunaan *dense-block*. *Dense-block* merupakan lapisan blok pada CNN yang memiliki lapisan *feed forward* yang terhubung setiap lapisan sebelumnya ke lapisan yang lain. Penambahan *dense-block* pada arsitektur *MobileNet* untuk meningkatkan parameter dan menangkap *fitur* yang lebih kompleks. Penelitian ini menerapkan teknik *slice-based* dan arsitektur *2D Dense-MobileNet* untuk memenuhi kebutuhan data pada CNN dan memperoleh arsitektur CNN yang mampu memperbaiki kinerja pada arsitektur *MobileNet*. Tahapan yang dilakukan dalam proses klasifikasi ini adalah *preprocessing*, *augmentasi data*, *training*, dan *testing*. Hasil penelitian dengan *dataset chest CT-Scan 3D* memperoleh nilai akurasi sebesar 94,41%, sensitivitas 88,45%, spesifisitas 96,07%, *f1-score* 88,21%, dan *cohen's kappa* 85,44%. Berdasarkan hasil tersebut, menunjukkan bahwa arsitektur *2D-Dense-MobileNet* mampu melakukan tugas klasifikasi untuk menentukan tingkat infeksi COVID 19 dari data citra yang digunakan.

Keywords: *Klasifikasi, CT-Scan, teknik slice-base, MobileNet, Dense-block*

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Manfaat.....	65
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 COVID-19.....	6
2.2 <i>Computed Tomography (CT)</i>	6
2.3 Teknik <i>Slice-based</i>	7
2.4 Augmentasi	7
2.5 Klasifikasi Citra	8
2.6 <i>Convolutional Neurol Network (CNN)</i>	8
2.6.1 <i>Convolutional Layer</i>	8
2.6.2 Batch Normalization	10
2.6.4 Fungsi Aktivasi.....	11
2.6.3 <i>Max Pooling</i>	12
2.6.5 <i>Concatenate Layer</i>	13
2.6.6 <i>Loss Function : Categorical Cross Entropy</i>	13
2.6.7 <i>Optimization Function : Adaptive Momen Estimation (Adam)</i>	14
2.6.8 <i>Depthwise Separable Convolution (DWS)</i>	16
2.6.9 <i>Dense-Block</i>	17
2.6.10 <i>Dropout</i>	15
2.7 <i>MobileNet</i>	15
2.8 <i>Confusion Matrix</i>	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Tempat	22
3.2 Waktu	22
3.3 Alat	22
3.4 Tahap Penelitian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Deskripsi <i>Dataset</i>	27
4.2 <i>Preprocessing</i> Data	28
4.3 Augmentasi Data	30
4.4 Modifikasi Arsitektur <i>Dense-MobileNet</i>	32

4.5	Operasi Manual <i>Convolutional Neral Network</i> (CNN).....	34
4.6	<i>Training</i>	48
4.7	Testing.....	52
4.8	Evaluasi.....	55
4.9	Analisis dan Interpretasi Hasil	63
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Nilai Kinerja Arsitektur	21
Tabel 4.1 Data Sampel Citra Chest <i>CT-Scan</i>	27
Tabel 4.2 Hasil Potongan Citra 3D menjadi 2D.....	29
Tabel 4.3 Confusion Matrix dari Proses Testing	52
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Evaluasi pada Setiap Kelas	63
Tabel 4.5 Perbandingan hasil evaluasi kinerja dengan penelitian lain.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh gambar tingkat keparahan Covid-19 yang berbeda	6
Gambar 2.2 Ilustrasi teknik slice-based	7
Gambar 2.3 Contoh Proses Konvolusi	9
Gambar 2.4 Proses operasi <i>Max Pooling</i>	12
Gambar 2.7 Arsitektur <i>MobileNet</i>	16
Gambar 2.5 Ilustrasi <i>Depthwise Separable</i>	17
Gambar 2.6 Arsitektur <i>Dense-Block</i>	17
Gambar 4.1. Ilustrasi citra 3D <i>Chest CT-Scan</i> dengan arah sumbu X, Y, dan Z..	28
Gambar 4.2 Ilustrasi Teknik <i>Slice-based</i>	29
Gambar 4.3 Ilustrasi Vertical Flip dan Horizontal Flip.....	30
Gambar 4.4 Ilustrasi Rotasi Citra pada Augmentasi	30
Gambar 4.5 Modifikasi Asitektur <i>Dense-MobileNet</i>	31
Gambar 4.6 Ilustrasi perhitungan <i>Depthwise Seperable Convolution</i>	41
Gambar 4.7 Ilustrasi perhitungan Pointwise Convolution	42
Gambar 4.8 <i>Max Pooling</i>	43
Gambar 4.9 <i>Concatenate</i>	44
Gambar 4.10 Hasil <i>Training</i> Model Arsitektur <i>Dense-MobileNet</i>	44
Gambar 4.11 Grafik <i>Loss</i> dan Akurasi Proses <i>Training</i>	49
Gambar 4.12 <i>Grafik</i> precision, recall, f1-score, dan cohens kappa pada <i>Data Training dan Data Validasi</i>	49
Gambar 4.10 Grafik ROC hasil klasifikasi	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada Maret 2021, ada lebih dari 119 juta kasus yang dikonfirmasi dari infeksi *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARSCoV-2), virus yang menyebabkan coronavirus tipe pneumonia baru yang disebut COVID-19. Virus COVID 19 mengakibatkan banyak orang terinfeksi dengan membutuhkan perawatan medis di rumah sakit dan lebih dari 2,6 juta yang melaporkan kematian (Serte and Al-Turjman, 2022);(Chaudhary et al., 2021). Salah satu cara mendiagnosis COVID 19 dengan menggunakan *Computed Tomography Scan* (*CT-Scan*). Citra yang dihasilkan oleh *CT-Scan* merupakan citra volumetrik, yaitu citra dalam bentuk tiga dimensi (3D). Data Citra *CT-Scan* yang dihasilkan akan diproses oleh ahli medis untuk melakukan diagnosis dalam menentukan tingkat keparahan infeksi COVID-19 (Riti dan Tandjung, 2022). Mendiagnosis secara manual pada citra *CT-Scan* memiliki waktu yang lama terutama dengan jumlah pasien yang sangat banyak dan terdapat kesalahan dalam mendiagnosis dari ahli medis yang diakibatkan dari perbedaan sudut pandang, pencahayaan serta faktor kelelahan pada manusia (Ho and Wookey, 2020). Penerapan menggunakan *Machine Learning* dapat membantu ahli medis untuk mendeteksi infeksi COVID-19 dengan cepat serta akurat dan telah banyak digunakan dalam mendeteksi *image* salah satunya dengan memanfaatkan *Deep Learning* (Razzak et al., 2018).

Metode *Deep Learning* yang sering digunakan pada klasifikasi *image* adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) (Riti and Tandjung, 2022).

CNN memiliki lapisan yang mendalam sehingga membutuhkan jumlah data yang banyak untuk dapat memberikan hasil kinerja yang optimal (Garg and Karimian, 2021). Keterbatasan yang dimiliki pada kinerja CNN dapat dilihat pada ukuran citra yang digunakan, semakin besar ukuran citra yang digunakan maka lebih banyak memori dan kompleksitas komputasi yang dibutuhkan.

Pada citra 2D memiliki ukuran kecil yang terdiri dari panjang dan tinggi, berbeda pada citra 3D yang memiliki volume, ruang dan bayangan sehingga mengakibatkan ukuran citra 3D memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan citra 2D. Hal tersebut dapat mempengaruhi penurunan kinerja dari CNN. Salah satu cara mengatasi adalah dengan mengubah citra 3D kedalam bentuk citra 2D dengan menggunakan teknik *slice-based*. Teknik *slice-based* merupakan teknik yang digunakan untuk mengubah citra 3D kedalam bentuk citra 2D dengan cara memotong citra 3D berdasarkan sumbu X (arah depan ke belakang), sumbu Y (arah atas ke bawah) dan sumbu Z (arah kanan ke kiri) (Ali Ahmed et al., 2022);(Kench and Cooper, 2021). Hasil teknik *slice-based* menghasilkan citra 2D yang hanya memiliki ukuran panjang dan tinggi yang tidak memiliki volume karena citra telah dipotong berdasarkan sumbu potongnya. CNN merupakan metode yang memiliki berbagai macam arsitektur diantaranya *MobileNet*, *DenseNet*, *VGG19* dan lainnya.

MobileNet merupakan arsitektur CNN yang memiliki konvolusi *depthwise separable* yang dapat dipisahkan secara mendalam sehingga mampu meningkatkan efisiensi komputasi (Howard et al., 2017). Pada *depthwise separable* terdapat dua bagian yaitu, *filtering* dan *combining* yang dapat

mengurangi parameter dan bekerja lebih cepat (Chakrabarti and Saha, 2019). Beberapa peneliti menerapkan arsitektur *MobileNet* diantaranya Tangudu et al., (2022) menggunakan model *MobileNet* untuk mendeteksi COVID-19 pada citra *X-ray* dengan mendapatkan hasil akurasi yang sangat baik diatas 90%. Arifin et al., (2021) mengklasifikasikan *rongten* dada berdasarkan 3 label, yaitu COVID-19, normal, dan viral *pneumonia* dengan hasil yang diperoleh sangat baik diatas 90%. *MobileNet* mampu bekerja lebih cepat namun memiliki kekurangan salah satunya jumlah parameter yang sedikit sehingga dapat membatasi kebutuhan *training* pada pola data yang banyak mengakibatkan penurunan kinerja pada klasifikasi (Shang et al., 2020). Salah satu algoritma yang dapat meningkatkan jumlah parameter pada *training* adalah *dense block*.

Dense Block adalah komponen utama dalam arsitektur CNN yang disebut *DenseNet*. *Dense Block* menghasilkan jumlah parameter yang banyak, karena melakukan *concatenated* pada setiap lapisan *input* di mana setiap lapisan menerima *input* dari semua lapisan sebelumnya dalam blok (Zhang et al., 2018). Penambahan *dense block* dapat meningkatkan kedalaman jaringan, sehingga dapat menangkap fitur yang lebih kompleks dan meningkatkan akurasi serta kinerja model secara keseluruhan. Beberapa penelitian yang melakukan penambahan *dense block* diantaranya, Adak et al.,(2021) menggunakan *Dense block* pada arsitektur *ResNet* dalam mendeteksi Covid 19 pada citra *X-ray* berdasarkan 4 label, normal, bakteri, Covid 19 dan bukan Covid 19 dengan hasil akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score* yang diperoleh 82,40%, 82,15%, 81,79% dan 81,97%. Meng et al., (2020) melakukan klasifikasi sampah dengan penambahan *dense block* pada

arsitektur *Xception (X-DenseNet)* mendapatkan hasil akurasi yang sangat baik diatas 90%. He *et al.*, (2021) melakukan klasifikasi pengenalan tindakan manusia pada *dataset* UCF101 dengan penampahan *dense block* ke dalam lapisan LSTM (DB-LSTM) mendapatkan hasil akurasi yang sangat baik diatas 90%. Ketiga penelitian tersebut memberikan hasil yang baik, akan tetapi tidak mengukur kinerja *cohens kappa* yang berfungsi untuk mengevaluasi model dalam mengukur nilai antara kelas yang diamati dan yang diprediksi.

Penelitian ini akan menggabungkan dua tahapan, yang pertama teknik *slice-based* untuk memenuhi kebutuhan CNN. Tahapan kedua memodifikasi *MobileNet* dengan memberikan penambahkan *dense-block* pada setiap lapisan antara *depthwise separable* untuk dapat mengatasi kekurangan parameter yang telah tereduksi pada lapisan konvolusi *depthwise separable* yang disebut *2D-Dense-MobileNet*. Hasil kinerja arsitektur yang diusulkan diukur dengan menggunakan ukuran evaluasi kinerja seperti akurasi, sensitivitas, spesifisitas, *f1-score*, dan *cohens kappa* untuk melihat kemampuan arsitektur *2D-Dense-MobileNet* dalam melakukan klasifikasi dengan menggunakan citra *Chest CT-Scan*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana menerapkan teknik *slice-based* dan arsitektur *2D Dense-MobileNet* dalam klasifikasi COVID 19 pada citra 3D *Chest CT-Scan* dan mengukur evaluasi kinerja arsitektur dengan menghitung akurasi, sensitivitas, spesifisitas, *f1-score*, dan *cohens kappa*.

1.3 Pembatasan Masalah

Masalah penelitian ini dibatasi pada :

1. Penelitian ini hanya terbatas pada data 3D yang akan melakukan teknik *slice-base* atau pemotongan pada data citra 3D menjadi data citra 2D kemudian diperbanyak menggunakan metode augmentasi dengan operasi *flipping* dan *rotation*.
2. Penelitian ini hanya membahas klasifikasi data citra COVID-19 dari *Chest CT Scan*.
3. Ukuran evaluasi kinerja model yang digunakan antara lain yaitu nilai Akurasi, Sensitivitas, Spesifisitas, *f1-score* dan *cohenss kappa*.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan dan meningkatkan hasil prediksi dengan menggabungkan teknik *slice-based* dan arsitektur *Dense-MobileNet* pada CNN untuk memperoleh hasil klasifikasi yang baik dan lebih akurat berdasarkan ukuran evaluasi kinerja klasifikasi.

1.5 Manfaat

Manfaat dari hasil penelitian ini :

1. Mendapatkan hasil klasifikasi COVID-19 pada *Chest CT Scan* yang lebih baik dengan model modifikasi arsitektur *Dense-MobileNet*.
2. Dapat digunakan sebagai referensi bagi peneliti yang akan melakukan penelitian pada bidang klasifikasi, khususnya dalam klasifikasi COVID-19 pada *Chest CT Scan* dan pengembangan *Deep Learning*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adak, C., Ghosh, D., Chowdhury, R. R., & Chattopadhyay, S. (2021). COVID-19-affected medical image analysis using DenserNet. In *Data Science for COVID-19 Volume 1: Computational Perspectives*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824536-1.00021-6>
- Ali Ahmed, S. A., Yavuz, M. C., Şen, M. U., Gülşen, F., Tutar, O., Korkmazer, B., Samancı, C., Şirolu, S., Hamid, R., Eryürekli, A. E., Mammadov, T., & Yanikoglu, B. (2022). Comparison and ensemble of 2D and 3D approaches for COVID-19 detection in CT images. *Neurocomputing*, 488, 457–469. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.02.018>
- Alsalem, M. A., Zaidan, A. A., Zaidan, B. B., Hashim, M., Albahri, O. S., Albahri, A. S., Hadi, A., & Mohammed, K. I. (2018). Systematic review of an automated multiclass Detection and Classification System for acute leukaemia in terms of evaluation and benchmarking, Open Challenges, Issues and Methodological Aspects. *Journal of Medical Systems*, 42(11). <https://doi.org/10.1007/s10916-018-1064-9>
- Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Al-Dujaili, A., Duan, Y., Al-Shamma, O., Santamaría, J., Fadhel, M. A., Al-Amidie, M., & Farhan, L. (2021). Review of deep learning: concepts, CNN Architectures, challenges, applications, future directions. *Journal of Big Data*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00444-8>
- Arifin, F., Artanto, H., Nurhasanah, & Gunawan, T. S. (2021). Fast COVID-19 detection of chest X-Ray images using single shot detection MobileNet Convolutional Neural Networks. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 56(2), 235–248. <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.56.2.19>
- Bjorck, J., Gomes, C., Selman, B., & Weinberger, K. Q. (2018). Understanding Batch Normalization. *ArXiv Preprint ArXiv :1806.02375*. <http://arxiv.org/abs/1806.02375>
- Carvalho, E. D., Silva, R. R. V., Araújo, F. H. D., Rabelo, R. de A. L., & de Carvalho Filho, A. O. (2021). An approach to the Classification of COVID-19 based on CT scans using Convolutional Features and Genetic Algorithms. *Computers in Biology and Medicine*, 136. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104744>
- Chakrabarti, S., & Saha, H. N. (2019). Thin MobileNet : an enhanced MobileNet architecture. *IEEE 10th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON)*.
- Chaudhary, S., Sadbhawna, Jakhetiya, V., Subudhi, B. N., Baid, U., & Guntuku,

- S. C. (2021). Detecting COVID-19 and community acquired pneumonia using chest CT scan images with Deep Learning. *ICASSP, IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing - Proceedings, 2021-June*, 8583–8587. <https://doi.org/10.1109/ICASSP39728.2021.9414007>
- Chen, C., Chuah, J. H., Ali, R., & Wang, Y. (2021). Retinal vessel segmentation using deep learning: a review. In *IEEE Access* (Vol. 9, pp. 111985–112004). *Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.* <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3102176>
- Chicco, D., Warrens, M. J., & Jurman, G. (2021). The Matthews Correlation Coefficient (MCC) is more informative than Cohen's Kappa and Brier Score in Binary Classification Assessment. *IEEE Access*, 9(Mcc), 78368–78381. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3084050>
- Desiani, A., Erwin, M., Suprihatin, B., Yahdin, S., Putri, A. I., & Husein, F. R. (2021). Bi-path Architecture of CNN Segmentation and Classification Method for cervical cancer disorders based on pap-smear images. *IAENG International Journal of Computer Science*, 48(3), 1–9.
- Dong, K., Zhou, C., Ruan, Y., & Li, Y. (2020). MobileNetV2 model for image Classification. *Proceedings - 2020 2nd International Conference on Information Technology and Computer Application, ITCA 2020*, 476–480. <https://doi.org/10.1109/ITCA52113.2020.00106>
- El-Dalahmeh, M., Al-Greer, M., El-Dalahmeh, M., & Short, M. (2020). Time-frequency image analysis and Transfer Learning for capacity prediction of lithium-ion batteries. *Energies*, 13(20). <https://doi.org/10.3390/en13205447>
- Finsensia Riti, Y. F., & Tandjung, S. S. (2022). Klasifikasi covid-19 pada citra CT scans paru-paru menggunakan metode Convolution Neural Network. *Jurnal Ilmiah Komputer*.
- Fontanella, A., Antoniou, A., Li, W., Wardlaw, J., Mair, G., Trucco, E., & Storkey, A. (2023). ACAT: Adversarial counterfactual attention for Classification and Detection in medical imaging. <http://arxiv.org/abs/2303.15421>
- Garbin, C., Zhu, X., & Marques, O. (2020). Dropout vs. Batch Normalization: an empirical study of their impact to Deep Learning. *Multimedia Tools and Applications*, 79(19–20), 12777–12815. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08453-9>
- Garg, A., & Karimian, N. (2021). Leveraging deep cnn and transfer learning for side-channel attack. *Proceedings - International Symposium on Quality Electronic Design, ISQED, 2021-April*, 91–96.

<https://doi.org/10.1109/ISQED51717.2021.9424305>

- Ghosh, A., Sufian, A., Sultana, F., Chakrabarti, A., & De, D. (2019). Fundamental concepts of Convolutional Neural Network. In *Intelligent Systems Reference Library* (Vol. 172, pp. 519–567). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32644-9_36
- Gnana Jyothi, T., Uma Dhathri, R., Dilshadbe, S. K., & Sree Valli, M. (2021). 3D CNN model for The diagnosis of COVID-19 by classification of chest CT scans. *Iconic Research and Engineering Journals* , 5(1).
- Hasnain, M., Pasha, M. F., Ghani, I., Imran, M., Alzahrani, M. Y., & Budiarto, R. (2020). Evaluating trust prediction and confusion matrix measures for web services ranking. *IEEE Access*, 8, 90847–90861. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2994222>
- He, J. Y., Wu, X., Cheng, Z. Q., Yuan, Z., & Jiang, Y. G. (2021). DB-LSTM: Densely-Connected Bi-directional LSTM for human action recognition. *Neurocomputing*, 444(xxxx), 319–331. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.05.118>
- Ho, Y., & Wookey, S. (2020). The real-world-weight cross-entropy loss function: modeling the costs of mislabeling. *IEEE Access*, 8, 4806–4813. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2962617>
- Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M., & Adam, H. (2017). MobileNets: efficient Convolutional Neural Networks for mobile vision applications. *ArXiv Preprint ArXiv : 1704.0486*, *abs/1704.04861*. <http://arxiv.org/abs/1704.04861>
- Irfan, D., Rosnelly, R., Wahyuni, M., Samudra, J. T., & Rangga, A. (2022). Perbandingan optimasi Sgd, Adadelta, Dan Adam dalam klasifikasi hydrangea menggunakan CNN. *Journal of Science and Social Research*, 5(2), 244. <https://doi.org/10.54314/jssr.v5i2.789>
- Kalayeh, M. M., & Shah, M. (2020). Training faster by separating modes of variation in Batch-Normalized models. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 42(6), 1483–1500. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2019.2895781>
- Kayalibay, B., Jensen, G., & van der Smagt, P. (2017). CNN-based Segmentation of medical imaging data. *ArXiv Preprint ArXiv :1701.0305*. <http://arxiv.org/abs/1701.03056>
- Kench, S., & Cooper, S. J. (2021). *Generating 3D structures from a 2D slice with GAN-based dimensionality expansion*. 3. <http://arxiv.org/abs/2102.07708>

- Khan, Z. Y., & Niu, Z. (2021). CNN with Depthwise Separable Convolutions and combined kernels for rating prediction. *Expert Systems with Applications*, 170. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114528>
- Luo, P., Wang, X., Shao, W., & Peng, Z. (2018). Towards understanding regularization in Batch Normalization. *ArXiv Preprint ArXiv: 1809.00846*. <http://arxiv.org/abs/1809.00846>
- Meng, S., Zhang, N., & Ren, Y. (2020). X-DenseNet: Deep Learning for garbage classification based on visual images. *Journal of Physics: Conference Series*, 1575(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1575/1/012139>
- 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
- Rahimzadeh, M., Attar, A., & Sakhaei, S. M. (2021). A fully automated Deep Learning-Based Network for detecting COVID-19 from a new and large lung CT scan dataset. *Biomedical Signal Processing and Control*, 68. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.102588>
- Razzak, M. I., Naz, S., & Zaib, A. (2018). Deep learning for medical image processing: overview, challenges and the future. In *Lecture Notes in Computational Vision and Biomechanics* (Vol. 26, pp. 323–350). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65981-7_12
- Serte, S., & Al-Turjman, F. (2022). COVID-19 Detection on CT Scans Using Local Binary Pattern and Deep Learning Sertan. *ICST Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering 2021*, 101–107.
- Serte, S., Dirik, M. A., & Al-Turjman, F. (2022). Deep Learning Models for COVID-19 Detection. *Sustainability (Switzerland)*, 14(10), 1–10. <https://doi.org/10.3390/su14105820>
- Shang, R., He, J., Wang, J., Xu, K., Jiao, L., & Stolkin, R. (2020). Dense Connection and Depthwise Separable Convolution based CNN for polarimetric SAR image classification. *Knowledge-Based Systems*, 194. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2020.105542>
- Sharma, S., Sharma, S., & Athaiya, A. (2020). Activation functions in neural networks. In *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology* (Vol. 4). <http://www.ijeast.com>
- Soomro, T. A., Afifi, A. J., Zheng, L., Soomro, S., Gao, J., Hellwich, O., & Paul, M. (2019). Deep learning models for retinal blood vessels Segmentation: A Review. In *IEEE Access* (Vol. 7, pp. 71696–71717). *Institute of Electrical*

and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2920616>

- Srivastava, N., Hinton, G., Krizhevsky, A., & Salakhutdinov, R. (2014). Dropout: a simple way to prevent Neural Networks from overfitting. In *Journal of Machine Learning Research* (Vol. 15).
- Tangudu, V. S. K., Kakarla, J., & Venkateswarlu, I. B. (2022). COVID-19 detection from chest x-ray using MobileNet and Residual Separable Convolution Block. *Soft Computing*, 26(5), 2197–2208. <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06579-3>
- Wang, C., Gan, M., Zhang, M., & Li, D. (2020). Adversarial convolutional network for esophageal tissue segmentation on OCT images. *Biomedical Optics Express*, 11(6), 3095. <https://doi.org/10.1364/boe.394715>
- Wang, C., Sun, J., Xu, W., & Chen, X. (2019). Depth Learning standard deviation loss function. *Journal of Physics: Conference Series*, 1176(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1176/3/032050>
- Wang, J., He, X., Faming, S., Lu, G., Cong, H., & Jiang, Q. (2021). A real-time bridge crack detection method based on an improved Inception-Resnet-v2 structure. *IEEE Access*, 9, 93209–93223. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3093210>
- Yang, B. O., Li, J., & Wang, J. (2020). An approach to detecting diabetic retinopathy based on integrated shallow Convolutional Neural Networks. 8. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3027794>
- Zhang, K., Liu, X., Shen, J., Li, Z., Sang, Y., Wu, X., Zha, Y., Liang, W., Wang, C., Wang, K., Ye, L., Gao, M., Zhou, Z., Li, L., Wang, J., Yang, Z., Cai, H., Xu, J., Yang, L., ... Wang, G. (2020). Clinically applicable AI system for accurate diagnosis, quantitative measurements, and prognosis of COVID-19 pneumonia using Computed Tomography. *Cell*, 181(6), 1423-1433.e11. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.04.045>
- Zhang, Z., Liang, X., Dong, X., Xie, Y., & Cao, G. (2018). A sparse-view CT reconstruction method based on combination of DenseNet and deconvolution. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 37(6), 1407–1417. <https://doi.org/10.1109/TMI.2018.2823338>
- Zhong, Z., Zheng, M., Mai, H., Zhao, J., & Liu, X. (2020). Cancer image classification based on DenseNet model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1651(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1651/1/012143>