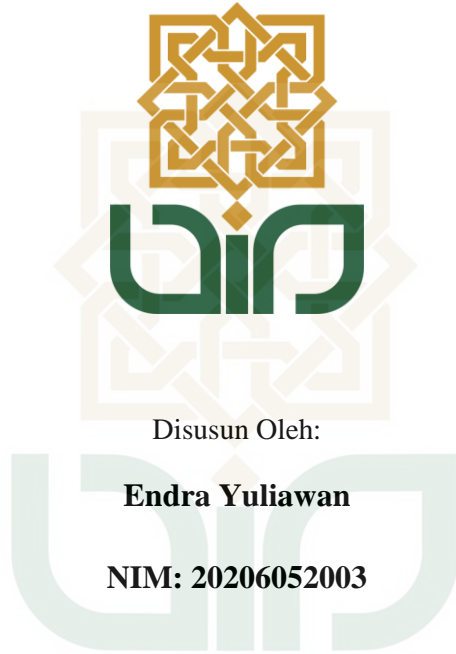


TESIS

**DEEP LEARNING CLASSIFICATION CHEST X-RAY
IMAGING DIAGNOSIS FOR COVID-19**



Disusun Oleh:

Endra Yuliawan

NIM: 20206052003

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
PROGRAM MAGISTER FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA**

YOGYAKARTA

2022



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1747/Un.02/DST/PP.00.9/08/2022

Tugas Akhir dengan judul : DEEP LEARNING CLASSIFICATION CHEST X-RAY IMAGING DIAGNOSIS FOR COVID-19

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ENDRA YULIAWAN, S.Kom
Nomor Induk Mahasiswa : 20206052003
Telah diujikan pada : Senin, 08 Agustus 2022
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Ir. Shofwatul'Uyun, S.T., M.Kom.
SIGNED

Valid ID: 62161ee33e1d4



Penguji I

Ir. Maria Ulfah Siregar, S.Kom., MIT., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 621614b8ba27



Penguji II

Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T.
SIGNED

Valid ID: 6211efac023e2



Yogyakarta, 08 Agustus 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6216678f1099c

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN / BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Endra Yuliawan
NIM : 20206052003
Program Studi : Informatika (S2)
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan tesis saya yang berjudul: **“DEEP LEARNING CLASSIFICATION CHEST X-RAY IMAGING DIAGNOSIS FOR COVID-19”** adalah hasil karya pribadi yang tidak mengandung plagiarisme dan tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian – bagian tertentu yang penulis ambil sebagai acuan dan tata cara yang diberikan secara ilmiah.

Jika terbukti pernyataan ini tidak benar, maka penulis siap mempertanggung jawabkan sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 08 Agustus 2022

Yang menyatakan,


Endra Yuliawan

NIM. 20206052003

SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Assalamualaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka saya selaku pembimbing berpendapat bahwa naskah tesis Saudara:

Nama : Endra Yuliawan
NIM : 20206052003
Judul Tesis : Deep Learning Classification Chest X-ray Imaging Diagnosis for Covid-19

Saya berpendapat bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Program Studi Magister Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta untuk diujikan dalam rangka memperoleh gelar Magister Informatika.

Walaikumsalam wr. wb.

Yogyakarta, 22 Juli 2022

Pembimbing,

Dr. Ir. Shofwatul Uyun, S.T., M.Kom.

NIP. 19820511 200604 2 002

ABSTRAK

Virus Corona Disease 2019 (Covid-19) merupakan wabah penyakit yang menjangkiti hampir seluruh negara di dunia. Berbagai alat untuk mendeteksi virus tersebut upaya ini dilakukan untuk menekan persebaran yang lebih meluas, peralat medis yang digunakan salah satunya adalah *reverse-transcription polymerase chain reaction* (RT-PCR) untuk mengidentifikasi pasien lebih awal. Proses identifikasi ini cukup memakan waktu lama sehingga digunakan alat lain untuk mempersingkat waktu, Computerized Tomography (CT) menjadi pilihan secara komputasi untuk mendeteksi virus ini. Selain alat CT ini citra foto thoraks radiologi juga dapat digunakan untuk mendeteksi virus tersebut secara visual dari bentuk paru-paru pasien yang terinfeksi. Identifikasi foto thorak paru-paru memerlukan pemrosesan komputasi dengan *Artificial Intelligence* (AI) menjadi salah satu opsi yang ditawarkan dalam komputasi cerdas untuk membantu klinisi dalam mendiagnosa Covid-19. Metode *Deep Learning* atau pembelajaran mendalam untuk proses komputasi metode ini menggunakan gambar citra x-ray sebagai input. Proses pembelajaran ini membutuhkan model untuk mempelajari fitur atau bentuk dari citra input kemudian diproses melalui jaringan saraf tiruan yang disebut dengan *Convolution Neural Network* (CNN). Arsitektur yang digunakan adalah *Visual Geometry Group* (VGG 19) yang memiliki 16 jaringan konvolusi, 5 maxpooling layer, 3 koneksi layer penuh, dan 1 softmax untuk klasifikasi output. Dalam penelitian ini menggunakan 5 kelas Covid ringan, Covid parah, Normal, Pneumonia ringan dan Pneumonia parah, ini dilakukan untuk mengelompokan tingkat keparahan dari infeksi virus yang di derita oleh pasien yang sudah ditentukan oleh dokter spesialis radiologi. Penelitian *ekperiment* ini untuk klasifikasi tingkat keparahan pasien dengan akurasi 5 kelas 98%, 3 kelas 99.99% dan 2 kelas 99.99% dengan hasil diagnosa dasar kelas penyakit sebagai output prediksi.

Kata Kunci: Convolutional Neural Network, Covid-19, Deep Learning,

MOTTO

“Whatever you are be the good one” – Dama, 2022.



PERSEMBAHAN

1. Ibu Dr. Khurul Wardati., M.Si., selaku dekan fakultas SAINTEK UIN Sunan Kalijaga.
2. Bapak Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T, selaku Kaprodi Magister Informatika.
3. Bapak Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T, selaku Pembimbing Akademik.
4. Ibu Dr. Ir. Shoftwatul ‘Uyun., S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing Tesis.
5. Ibu dr. Ita Rima Rahmawati, Sp. Rad(K) selaku dokter spesialis pendamping Tesis.
6. Orang Tua yang selalu mendukung dan mensupport hingga Tesis ini selesai.
7. Danik Kusumaningrum, A.Md. RMIK istri saya yang selalu mendukung hingga Tesis ini selesai.
8. Marta Chandra Anikke Putri, S.Si. adik saya yang selalu memberikan support.
9. Ibu Apt. Wahyu Utami, S.Si, Mclin. yang sudah memberikan rekomendasi dari Rumah Sakit saya bekerja hingga pendidikan pasca sarjana ini selesai tepat waktu.
10. Bapak dr. Hidayat Waluyo, MKM. yang sudah memberikan rekomendasi dari Rumah Sakit saya bekerja hingga pendidikan pasca sarjana ini selesai tepat waktu.
11. Bapak Abdillah Baradja, S.Kom, M.Eng. Kaprodi fakultas Teknik Informatika dan Elektro Universitas Surakarta yang telah memberikan rekomendasi hingga pendidikan pasca sarjana ini selesai tepat waktu.

KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim,
Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuhu*

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan ridha dan hidayah-Nya serta kekuatan, Kesehatan dan kesabaran. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **“DEEP LEARNING CLASSIFICATION CHEST X-RAY IMAGING DIAGNOSIS FOR COVID-19”**.

Dalam penyusunan dan penyelesaian naskah tesis ini, penulis menyadari bahwa terdapat banyak semangat dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan kepada:

12. Ibu Dr. Khurul Wardati., M.Si., selaku dekan fakultas SAINTEK UIN Sunan Kalijaga.
13. Bapak Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T, selaku Kaprodi Magister Informatika.
14. Bapak Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T, selaku Pembimbing Akademik.
15. Ibu Dr. Ir. Shoftwatul ‘Uyun., S.T., M.Kom selaku dosen pembimbing Tesis.
16. Ibu dr. Ita Rima Rahmawati, Sp. Rad(K) selaku dokter spesialis pendamping Tesis.

Terimakasih juga saya sampaikan kepada seluruh Dosen Magister Informatika yang selama ini telah banyak memberikan ilmu dan wawasan yang berguna. Semangat penulis dalam menyelesaikan naskah.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuhu

Yogyakarta, 16 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

TESIS	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. RUMUSAN MASALAH	4
C. BATASAN MASALAH	4
D. TUJUAN PENELITIAN	5
E. MANFAAT PENELITIAN.....	5
F. KEASLIAN PENELITIAN.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
B. LANDASAN TEORI.....	12
1. Klasifikasi.....	12
2. Convolutional Neural Network	13
3. Image Processing.....	14
4. Pencitraan Medis	15
5. Visual Geometry Group Network 19 (VGG19).....	16
6. Corona Virus Diseases 2019 (COVID-19).....	17
7. Chest X-ray (Rontgen Dada).....	19
8. Confusion Matrix.....	20
9. Epoch.....	22
10. Batch size.....	24

11. Maxpooling.....	25
12. Adam optimization	28
13. Softmax.....	29
14. Cross Entropy Loss Function	30
BAB III METODE PENELITIAN	32
A. METODE PENELITIAN.....	32
1. Studi Literatur.....	33
2. Desain Percobaan	33
3. Pengujian percobaan.....	33
4. Kesesuaian percobaan.....	33
5. Analisa	34
B. ALAT DAN BAHAN	34
1. Alat	34
2. Bahan.....	35
C. DESAIN PERCOBAAN	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
A. HASIL	37
B. PEMBAHASAN	42
1. Prapemrosesan.....	43
2. Training Model.....	44
3. Klasifikasi	46
4. Hasil Klasifikasi	49
BAB V PENUTUP	50
A. KESIMPULAN	50
B. SARAN	50
DAFTAR PUSTAKA	51
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Arsitektur VGG 19	14
Gambar 2.	Ilustrasi Morfologi ultrastruktur Corona Virus Diseases	16
Gambar 3.	Contoh citra Thoraks Paru-paru (a) Covid ringan (b) Covid parah (c) Normal (d) Pneumonia ringan (e) Pneumonia parah	17
Gambar 4.	Rumus Confution Matrix	18
Gambar 5.	Jenis kurva hasil klasifikasi	19
Gambar 6.	Underfitting	20
Gambar 7.	Overfitting	20
Gambar 8.	Goodfitting	21
Gambar 9.	Downsampling nilai area	23
Gambar 10.	Maxpooling Layer	24
Gambar 11.	Koneksi layer penuh	25
Gambar 12.	Alur penelitian	29
Gambar 13.	Skenario Metode	33
Gambar 14.	(a) Akurasi (b) Loss dari 5 kelas	35
Gambar 15.	Hasil prediksi klasifikasi 5 kelas	36
Gambar 16.	(a) Akurasi (b) Loss dari 3 kelas	37
Gambar 17.	Hasil prediksi klasifikasi 3 kelas	37
Gambar 18.	(a) Akurasi (b) Loss dari 2 kelas	38
Gambar 19.	Hasil prediksi klasifikasi 2 kelas	39
Gambar 20.	resize foto thoraks	40
Gambar 21.	Constrast Streatching	41
Gambar 22.	Contoh foto thoraks hasil Contrst Stretching	41
Gambar 23.	(a) Array Pikel (b) Perkalian piksel ke array	43
Gambar 24.	Arsitektur yang diusulkan	43
Gambar 25.	Flowcart Simulasi	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	10
Tabel 2.2 Konfigurasi Convnet Vgg 19	14
Tabel 3.1 Alat Penelitian	31
Tabel 3.2 Bahan Penelitian	32
Tabel 4.1 Distribusi Klasifikasi Gambar Dataset Lima Kelas	34
Tabel 4.2 Rata-Rata Nilai Presisi, Recall, F1-Score 5 Kelas	35
Tabel 4.3 Rata-Rata Nilai Precision, Recall, F1-Score 3-Kelas	36
Tabel 4.4 Rata-Rata Nilai Precision, Recall, F1-Score 2 Kelas	38
Tabel 4.5 Perbandingan Akurasi 2 Kelas, 3 Kelas Dan 5 Kelas	39
Tabel 4.6 Nama, Kode Dan Kode Kelas	42



BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) yang disebabkan oleh *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2) telah menyebar di seluruh negara mengakibatkan peningkatan permintaan untuk pengujian, diagnosis, dan pengobatan. *Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction* (RT-PCR) adalah tes definitif untuk diagnosis COVID-19 akan tetapi radiografi sinar-X dada (CXR) adalah tes cepat, efektif, dan terjangkau yang mengidentifikasi kemungkinan Pneumonia Covid-19 berelasi. Pencitraan radiografi dada seperti sinar-X atau *Computed Tomography* (CT) yang merupakan teknik rutin untuk mendiagnosis pneumonia dapat dengan mudah dilakukan dan memberikan diagnosis Covid-19 yang sangat sensitif. Gambar sinar-X menunjukkan indeks visual yang terkait dengan Covid-19 dan beberapa penelitian telah menunjukkan kelayakan radiografi sebagai alat deteksi untuk Covid-19. Dari sisi medis dengan adanya pengelompokan secara garis besar dari tiga kelas Covid-19, Normal dan Pneumonia menjadi lima kelas seperti Covid ringan, Covid parah, Normal, Pneumonia ringan dan Pneumonia parah ini menjadi diagnosa dasar dalam menangani pasien yang terindikasi terjangkit virus Covid-19, penelitian yang membahas *Epidemiology, diagnosis, and treatment Covid-19* kegunaan Computer Tomografi (CT) dan Radiography yang merupakan alat untuk memvisualkan organ manusia dengan sinar x-ray kasus suspek sesegera mungkin, melakukan tes, dan mengisolasi kasus infeksius merupakan cara terbaik untuk mencegah transmisi (Zhai et al., 2020)

Waktu pembacaan hasil apakah normal, pneumonia, Covid-19 yang relatif cukup lama dapat mengakibatkan identifikasi penyakit Covid-19 tidak

segera tertangani hal inilah diperlukan pengolahan gambar secara cerdas memunculkan diagnosa dasar agar dapat membantu klinisi lebih cepat dalam mengambil keputusan. Hingga saat ini belum ada studi rinci tentang potensi kecerdasan buatan (AI) untuk mendeteksi Covid-19 secara komputasi dari gambar X-ray atau CT dada karena kurangnya ketersediaan gambar publik dari pasien COVID-19. beberapa peneliti telah mengumpulkan dataset kecil gambar sinar-X Covid-19 untuk melatih model Deep Learning untuk diagnosis Covid-19 secara komputasional, dalam penelitian makalah ini mengusulkan dengan 5 (lima) kelas yang sudah ditentukan oleh dokter spesialis radiologi

X-ray, Computed Tomography (CT) scanner, Magnetic Resonance Imaging (MRI) yang digunakan untuk pengambilan gambar suatu diagnosa penyakit atau patah tulang di dunia kesehatan. Radiografi sinar-X telah mengalami pengembangan ke arah radiografi sinar-X digital merupakan teknik pencitraannya memanfaatkan detektor digital untuk menangkap citra(Korner et al., 2007). Pada aplikasinya di dunia medis radiografi sinar-X harus memperhatikan dosis radiasi sinarX pada pasien. Semakin rendah dosis radiasi sinar-X yang diberikan kepada pasien akan semakin baik. Namun kondisi ini akan menyebabkan citra hasil radiografi memiliki tingkat derau yang tinggi (Sprawls, 1993). Pemanfaatan sinar-X di bidang kedokteran merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kesehatan masyarakat. perangkat lunak ini telah cukup beragam mulai berasal radiasi buat diagnosti hingga penggunaan radiasi buat terapi (Nugaraha, 2019)(Toto Trikasjono et al., 2009). Pneumonia adalah penyakit yang menginfeksi saluran pernafasan parah yang terjadi pada jaringan paru (alveoli). Infeksi yang terjadi pada jaringan paru tersebut dikarena oleh bakteri virus jamur ataupun parasite. Penyakit ini dapat menyebabkan demam tinggi sesak nafas dan kekurangan oksigen. Banyak hal yang yang mempengaruhi Pneumonia dari gaya hidup

dan lingkungan suatu individu untuk mengidentifikasi kasus suspek Covid-19 sesegera mungkin, melakukan tes, dan mengisolasi kasus infeksius merupakan cara terbaik untuk mencegah transmisi (WHO, 2020)

Perkembangan Artificial Intelligence (AI) tidak hanya terbatas pada teknologi komputasional akan tetapi mulai diimplementasikan pada alat-alat kesehatan guna membantu dalam memberikan perawatan ataupun diagnosa terhadap penyakit-penyakit kronis dan non-kronis. Dengan pendekatan secara komputasi cerdas diharapkan dapat membantu klinisi dalam menegakan diagnosa dasar sehingga mempermudah dan ketepatan penanganan pasien dengan kasus tertentu. Sistem cerdas yang peneliti ajukan membaca foto thoraks dada pasien sebagai masukan, diproses melalui model pembelajaran yang mendalam, menampilkan hasil dengan diagnosa apakah pasien penderita Covid-19. Pada penelitian ini peneliti mengimplementasikan efektifitas jaringan konvolusi untuk memprediksi penyakit Covid-19 dengan memakai metode Deep Learning model Convolution Neural Network. DCNN merupakan algoritma pembelajaran dinamis yang banyak dipakai pada banyak aplikasi praktis, termasuk menggunakan tugas visi komputerisasi sebagai contoh deteksi pola bentuk dan klasifikasi gambar. Mengklaim kembali kemajuan bidang-bidang ini bertujuan untuk pengambilan keputusan ilmiah dan struktur yang dibantu komputer ialah semakin banyak yang berubah menjadi nontrivial, karena fakta-fakta baru bermunculan(H. Greenspan, 2016)

Pada pengujian yang diimplementasikan peneliti menggunakan model *Visual Geomtry Group* (VGG19) meliputi 16 lapisan konvolusi 3 layer terhubung penuh dan 5 lapisan max-pooling 1 softmax sebagai output. Skenario pengujian ini untuk melihat hasil akurasi, presisi, recall, f1-score dari lima kelas yang peneliti usulkan ialah Covid ringan, Covid parah, Normal, Pneumonia ringan, Pneumonia parah dengan demikian dari hasil uji

dapat memberikan diagnosa dasar dari pembacaan gambar thoraks dada pasien dan hasil akurasi sehingga dokter spesialis dapat terbantu dengan pengolahan komputasional ini sebagai pembaca kedua dari citra thoraks untuk menegakan diagnosa pasien.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijabarkan, dengan demikian rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana melakukan klasifikasi dengan akurasi diagnosa dasar status Covid ringan, Covid parah, Normal, Pneumonia ringan, Pneumonia parah pada gambar thoraks dengan metode *Deep Learning, Convolutional Neural Network?*

C. BATASAN MASALAH

Batasan masalah ialah lingkup dari permasalahan yang dibatasi pada penelitian *DEEP LEARNING CLASSIFICATION CHEST X-RAY IMAGING DIAGNOSIS FOR COVID-19* dengan metode klasifikasi yang telah ditentukan menggunakan metode *Deep Learning Convolutional Neural Network*. Batasan masalah yang ditentukan pada penelitian ini antara lain:

1. Pada tahap prapemrosesan gambar tidak diperkecil ukurannya satu-persatu.
2. Pada perancangan arsitektur VGG19 kode program tidak dituliskan satu-persatu.
3. Pengolahan pengujian dan pembagian dataset tidak dilakukan menggunakan *K-fold Cross Validation* karena keterbatasan perangkat komputasi.
4. Pada ukuran nilai Batch size dan Epoch tidak dilakukan perubahan pada pengujian setiap model kelas.
5. Pada ukuran gambar tidak menggunakan ukuran selain yang diusulkan.

D. TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah tersebut tujuan penelitian ini ialah melakukan klasifikasi dengan *DEEP LEARNING CLASSIFICATION CHEST X-RAY IMAGING DIAGNOSIS FOR COVID-19* dengan metode klasifikasi yang telah ditentukan menggunakan metode *Deep Learning Convolutional Neural Network* dengan arsitektur VGG 19 meliputi:

1. Klasifikasi citra sinar-X kedalam 5 kelas Covid ringan, Covid parah, Normal, Pneumonia ringan, Pneumonia parah.
2. Mengetahui tingkat akurasi, presisi, recall dan f1-score dari pengembangan model klasifikasi citra sinar-X kedalam 5 kelas Covid ringan, Covid parah, Normal, Pneumonia ringan, Pneumonia parah dalam mendiagnosa virus yang meninfeksi pasien.
3. Membandingkan tingkat akurasi, presisi, recall dan f1-score dari dua kelas, tiga kelas dan lima kelas

E. MANFAAT PENELITIAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat memberikan manfaat:

1. Membantu klinisi dalam mengambil keputusan dengan diagnosa dasar dari gambar sinar-X yang telah terklasifikasi.
2. Membantu dokter spesialis radiologi sebagai pembaca kedua (*second reader*) citra thoraks dalam menegakan diagnosa terhadap pasien secara komputasi cerdas.
3. Mendapatkan informasi pengolahan gambar citra sinar-X

F. KEASLIAN PENELITIAN

Penelitian yang berkaitan dengan DEEP LEARNING CLASSIFICATION CHEST X-RAY IMAGING DIAGNOSIS FOR COVID-19 menggunakan *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur VGG 19 berdasarkan objek 5 kelas Covid ringan, Covid parah, Normal, Pneumonia ringan, Pneumonia parah. Berdasarkan pengamatan, perimbangan dan tinjauan pustakan penelitian tersebut belum pernah dilakukan.



BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Dari hasil klasifikasi dengan menggunakan Deep Learning Convolutional Neural Network dengan arsitektur VGG 19 dapat diperoleh kesimpulan bahwa model yang diusulkan dapat bekerja sesuai dengan prediksi klasifikasi. Pada tahap prapemrosesan yang dilakukan dapat meningkatkan kualitas dari citra foto thoraks dengan kontras lebih tajam dari citra aslinya. Pengelompokan foto thoraks oleh dokter radiologi sebelumnya dari 3 kelas ke 5 kelas dapat membantu klinisi dalam menentukan diagnosa dasar pasien yang terinfeksi virus Covid-19. Arsitektur yang diusulkan dapat berfungsi untuk mengklasifikasi kelas yang telah diusulkan, Dari hasil klasifikasi dengan dua kelas, tiga kelas dan lima kelas dapat membedakan dengan akurasi yang signifikan. Akurasi yang diperoleh dapat dijadikan sebagai dasar untuk memunculkan diagnosa pasien yang terinfeksi virus Covid-19.

B. SARAN

Proses klasifikasi yang dilakukan menggunakan satu arsitektur pembelajaran mendalam, pemilihan model tersebut sebagai bukti dari kinerja klasifikasi. Data yang sudah diolah secara komputasi dari citra foto thoraks untuk meningkatkan kinerja yang lebih baik memerlukan algoritma lain. Harapan penelitian berikutnya dapat meningkatkan kinerja dari algoritma yang digunakan dan menambahkan optimasi pada sisi pengolahan foto thoraks sehingga didapatkan hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Apostolopoulos, I. D., & Mpesiana, T. A. (2020). Covid-19: automatic detection from X-ray images utilizing transfer learning with convolutional neural networks. *Physical and Engineering Sciences in Medicine*, 43(2), 635–640. <https://doi.org/10.1007/s13246-020-00865-4>
- Azam, M., & Dhahryan, D. (2009). Pengaruh Teknik Tegangan Tinggi Terhadap Entrasce Skin Exposure (ESE) dan Laju Paparan Radiasi Hambur Pada Pemeriksaan Abdomen. *Berkala Fisika*, 12(1), 21–26.
- Bengio, Y. (2012). Practical recommendations for gradient-based training of deep architectures. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 7700 *LECTU*, 437–478. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35289-8_26
- Bousquet, O., & Bottou, L. (2007). The Tradeoffs of Large Scale Learning. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 20, 161–168.
- Chan, J. F. W., Yuan, S., Kok, K. H., To, K. K. W., Chu, H., Yang, J., Xing, F., Liu, J., Yip, C. C. Y., Poon, R. W. S., Tsoi, H. W., Lo, S. K. F., Chan, K. H., Poon, V. K. M., Chan, W. M., Ip, J. D., Cai, J. P., Cheng, V. C. C., Chen, H., ... Yuen, K. Y. (2020). A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *The Lancet*, 395(10223), 514–523. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30154-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30154-9)
- Chen, L., Bentley, P., Mori, K., Misawa, K., Fujiwara, M., & Rueckert, D. (2019). Self-supervised learning for medical image analysis using image context restoration. *Medical Image Analysis*, 58, 101539. <https://doi.org/10.1016/j.media.2019.101539>
- Chen, Y., Liu, Q., & Guo, D. (2020). *Emerging coronaviruses : Genome structure , replication , and pathogenesis.* January, 418–423. <https://doi.org/10.1002/jmv.25681>
- Ciregan, D., Meier, U., & Schmidhuber, J. (2012). Multi-column deep neural networks for image classification. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, February*, 3642–3649. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2012.6248110>
- Cires, D. C., Meier, U., Masci, J., & Gambardella, L. M. (2013). Flexible, High Performance Convolutional Neural Networks for Image Classification. *Proceedings of the Twenty-Second International Joint Conference on Artificial Intelligence Flexible*, 1237–1242. <https://www.aaai.org/ocs/index.php/IJCAI/IJCAI11/paper/viewFile/3098/3425>
- Deng, X., Liu, Q., Deng, Y., & Mahadevan, S. (2016). An improved method to

- construct basic probability assignment based on the confusion matrix for classification problem. *Information Sciences*, 340–341, 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.01.033>
- Dietterich, T. G. (1998). Approximate statistical tests for comparing supervised classification learning algorithms. *Neural Computation*, 10(7), 1895–1923.
- Gonzalez, T. F. (2007). Handbook of approximation algorithms and metaheuristics. *Handbook of Approximation Algorithms and Metaheuristics*, 1–1432. <https://doi.org/10.1201/9781420010749>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press.
- Gour, M., & Jain, S. (2020). *Stacked Convolutional Neural Network for Diagnosis of COVID-19 Disease from X-ray Images*. <http://arxiv.org/abs/2006.13817>
- Graves, A., Mohamed, A. R., & Hinton, G. (2013). Speech recognition with deep recurrent neural networks. *ICASSP, IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing - Proceedings, 1*, 6645–6649. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2013.6638947>
- H. Greenspan, B. van G. and R. M. S. (2016). *Guest Editorial Deep Learning in Medical Imaging: Overview and Future Promise of an Exciting New Technique*. 35(5), 1153–1159. <https://doi.org/10.1109/TMI.2016.2553401>
- Helmstaedter, M., Briggman, K. L., Turaga, S. C., Jain, V., Seung, H. S., & Denk, W. (2013). Connectomic reconstruction of the inner plexiform layer in the mouse retina. *Nature*, 500(7461), 168–174. <https://doi.org/10.1038/nature12346>
- Hemdan, E. E.-D., Shouman, M. A., & Karar, M. E. (2020). *COVIDX-Net: A Framework of Deep Learning Classifiers to Diagnose COVID-19 in X-Ray Images*. <http://arxiv.org/abs/2003.11055>
- Hussain, E., Hasan, M., Rahman, M. A., Lee, I., Tamanna, T., & Parvez, M. Z. (2021). CoroDet: A deep learning based classification for COVID-19 detection using chest X-ray images. *Chaos, Solitons and Fractals*, 142, 110495. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110495>
- Kedia, P., Anjum, & Katarya, R. (2021). CoVNet-19: A Deep Learning model for the detection and analysis of COVID-19 patients. *Applied Soft Computing*, 104, 107184. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107184>
- Kermany, D. S., Goldbaum, M., Cai, W., Valentim, C. C. S., Liang, H., Baxter, S. L., McKeown, A., Yang, G., Wu, X., Yan, F., Dong, J., Prasadha, M. K., Pei, J., Ting, M., Zhu, J., Li, C., Hewett, S., Dong, J., Ziyar, I., ... Zhang, K. (2018). Identifying Medical Diagnoses and Treatable Diseases by Image-Based Deep Learning. *Cell*, 172(5), 1122–1131.e9.

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.02.010>

- Khan, A. I., Shah, J. L., & Bhat, M. M. (2020). CoroNet: A deep neural network for detection and diagnosis of COVID-19 from chest x-ray images. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 196, 105581. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105581>
- Kingma, D. P., & Ba, J. L. (2015). Adam: A method for stochastic optimization. *3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015 - Conference Track Proceedings*, 1–15.
- Kohler, W. (1959). Gestalt psychology today. *American Psychologist*, 14(12), 727–734. <https://doi.org/10.1037/h0042492>
- Korner, M., Weber, C. H., Wirth, S., Pfeifer, K.-J., Reiser, M. F., & Treitl, M. (2007). Advances in digital radiography: physical principles and system overview. *Radiographics*, 27(3), 675–686.
- Kroft, L. J. M., Velden, L. Van Der, Girón, I. H., Roelofs, J. J. H., Roos, A. De, & Geleijns, J. (2019). *Added Value of Ultra – low-dose Computed Tomography , Dose Equivalent to Chest X-Ray Radiography , for Diagnosing Chest Pathology*. 34(3), 179–186. <https://doi.org/10.1097/RTI.0000000000000404>
- Kwasnik, B. H. (1999). The role of classification in knowledge representation and discovery. *Library Trends*, 48(1), 22–47.
- Lauer, S. A., Grantz, K. H., Bi, Q., Jones, F. K., Zheng, Q., Meredith, H. R., Azman, A. S., Reich, N. G., & Lessler, J. (2020). The incubation period of coronavirus disease 2019 (CoVID-19) from publicly reported confirmed cases: Estimation and application. *Annals of Internal Medicine*, 172(9), 577–582. <https://doi.org/10.7326/M20-0504>
- Lecun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Leung, M. K. K., Xiong, H. Y., Lee, L. J., & Frey, B. J. (2014). Deep learning of the tissue-regulated splicing code. *Bioinformatics*, 30(12), 121–129. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btu277>
- Liu, J., Liao, X., Qian, S., Yuan, J., Wang, F., Liu, Y., Wang, Z., Wang, F., Liu, L., & Zhang, Z. (2020). Community Transmission of Severe Acute Respiratory. *Emerging Infectious Diseases*, 26(6), 1320–1323.
- Masters, D., & Luschi, C. (2018). *Revisiting Small Batch Training for Deep Neural Networks*. 1–18. <http://arxiv.org/abs/1804.07612>
- Merk, D. R., Holzhey, D., & Burgert, O. (2011). *Image-Guided Transapical Aortic Valve Implantation*. 6(4), 231–236.

- Miki, Y., Muramatsu, C., Hayashi, T., Zhou, X., Hara, T., Katsumata, A., & Fujita, H. (2017). Classification of teeth in cone-beam CT using deep convolutional neural network. *Computers in Biology and Medicine*, 80, 24–29. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2016.11.003>
- Mikolov, T., Deoras, A., Povey, D., Burget, L., & Černocký, J. (2011). Strategies for training large scale neural network language models. *2011 IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding, ASRU 2011, Proceedings*, 196–201. <https://doi.org/10.1109/ASRU.2011.6163930>
- Narkhede, S. (2018). Understanding auc-roc curve. *Towards Data Science*, 26, 220–227.
- Nugaraha, R. A. (2019). *Sosialisasi Manfaat Pemeriksaan Radiologi Sebagai Upaya Edukasi Dokter Kepada Pasien Penyakit Dalam*.
- Pasa, F., Golkov, V., Pfeiffer, F., Cremers, D., & Pfeiffer, D. (2019). Efficient Deep Network Architectures for Fast Chest X-Ray Tuberculosis Screening and Visualization. *Scientific Reports*, 9(1), 2–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42557-4>
- Shaw, J. B. (1980). An Information-Processing Approach To the Study of Job Design. *Academy of Management Review*, 5(1), 41–48. <https://doi.org/10.5465/amr.1980.4288874>
- Shelke, A., Inamdar, M., Shah, V., Tiwari, A., Hussain, A., Chafekar, T., & Mehendale, N. (2021). Chest X-ray Classification Using Deep Learning for Automated COVID-19 Screening. *SN Computer Science*, 2(4), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00695-5>
- Simonyan, K., & Zisserman, A. (2015). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015 - Conference Track Proceedings*, 1–14.
- Sokolova, M., & Lapalme, G. (2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Information Processing and Management*, 45(4), 427–437. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2009.03.002>
- Sprawls, P. (1993). *Physical principles of medical imaging*.
- Sprawls, P. (1994). Book review. *Current Orthopaedics*, 8(2), 125. [https://doi.org/10.1016/S0268-0890\(05\)80070-2](https://doi.org/10.1016/S0268-0890(05)80070-2)
- Suárez-Paniagua, V., & Segura-Bedmar, I. (2018). Evaluation of pooling operations in convolutional architectures for drug-drug interaction extraction. *BMC Bioinformatics*, 19, 92–101. <https://doi.org/10.1186/s12859-018-2195-1>
- Tian, X., Wang, J., Du, D., Li, S., & Han, C. (2019). Computer Methods and

- Programs in Biomedicine Medical imaging and diagnosis of subpatellar vertebrae based on improved Laplacian image enhancement algorithm. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, xxx, 105082. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.105082>
- Tompson, J., Jain, A., LeCun, Y., & Bregler, C. (2014). Joint training of a convolutional network and a graphical model for human pose estimation. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2(January), 1799–1807.
- Toto Trikasjono, T. T., Djoko Marjanto, D. M., & Bety Timorti, B. T. (2009). *Analisis Keselamatan Pesawat Sinar-X Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Sleman Yogyakarta*.
- Wakhidah, N. (2011). Perbaikan Kualitas Citra Menggunakan Metode Contrast Stretching. *Jurnal Transformatika*, 8(2), 78. <https://doi.org/10.26623/transformatika.v8i2.48>
- WHO. (2020). *Considerations in the investigation of cases and clusters of COVID-19. October*, 1–5.
- Zhai, P., Ding, Y., Wu, X., Long, J., Zhong, Y., & Li, Y. (2020). *International Journal of Antimicrobial Agents The epidemiology , diagnosis and treatment of COVID-19*. 55. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.105955>
- Zhang, Y., & Yao, J. T. (2020). Game theoretic approach to shadowed sets: A three-way tradeoff perspective. *Information Sciences*, 507, 540–552. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2018.07.058>
- Zhou, D. X. (2020). Theory of deep convolutional neural networks: Downsampling. *Neural Networks*, 124, 319–327. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2020.01.018>