

**SEGMENTASI DAN KLASIFIKASI PENYAKIT
PARU-PARU MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK***



**OLEH :
MUHAMMAD ARNALDO
09012682024002**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

**SEGMENTASI DAN KLASIFIKASI PENYAKIT
PARU-PARU MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK***

TESIS

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister**



**OLEH :
MUHAMMAD ARNALDO
09012682024002**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**SEGMENTASI DAN KLASIFIKASI PENYAKIT PARU-PARU
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

TESIS

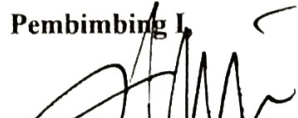
Diajukan Untuk Menengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister

OLEH :

MUHAMMAD ARNALDO


09012682024002


Pembimbing I,

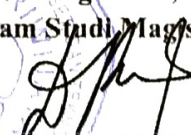

Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
NIP. 196908021994012001

Palembang, Juli 2022

Pembimbing II,


Hadipurnawan Satria, Ph.D.
NIP. 198004182020121001


Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer


Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.
NIP. 197802232006042002

HALAMAN PERSETUJUAN

Pada hari Jumat tanggal 29 Juli 2022 telah dilaksanakan ujian sidang tesis oleh Magister Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Muhammad Arnaldo
NIM : 09012682024002
Judul : Segmentasi dan Klasifikasi Penyakit Paru-paru Menggunakan *Convolutional Neural Network*

1. Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
NIP. 196908021994012001



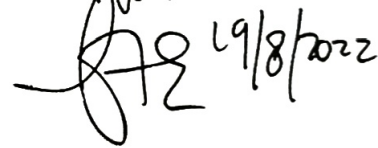
2. Pembimbing II

Hadipurnawan Satria, Ph.D
NIP. 198004182020121001



3. Penguji I

Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T
NIP. 196001121989031002



4. Penguji II

Dr. Erwin, S.Si, M.Si
NIP. 197101291994121001



Mengetahui,
Ketua Program Studi Magister Ilmu Komputer

Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.
NIP. 197802232006042002

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Arnaldo
NIM : 09012682024002
Program Studi : Magister Ilmu Komputer
Judul Tesis : Segmentasi dan Klasifikasi Penyakit Paru-paru
Menggunakan *Convolutional Neural Network*

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 1%

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, Juli 2022



Muhammad Arnaldo

NIM. 09012682024002

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah *subhanahu wa ta'ala*. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpah atas Rasulullah *shalallahu alaihi wassalam*, para keluarganya, dan para pengikutnya yang setia sampai akhir zaman.

Alhamdulillah, atas segala nikmat dari Allah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Segmentasi Dan Klasifikasi Penyakit Paru-Paru Menggunakan *Convolutional Neural Network*”. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan kontribusi dalam proses penyelesaian Tesis ini baik berupa doa, dukungan, bantuan secara langsung maupun tidak langsung, diantaranya:

1. Ibu dan Ayah atas doa, dukungan, bantuan, dan semua jasa luar biasa yang tidak mungkin terbalaskan.
2. Istri dan anak, yang selalu membersamai dalam setiap prosesnya. Serta saudara, mertua, dan seluruh keluarga.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T. dan Bapak Hadipurnawan Satria, Ph.D. selaku dosen pembimbing tesis.
4. Bapak Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T. dan Bapak Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji tesis.
5. Ibu Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D. selaku Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer beserta seluruh jajarannya.
6. Semua dosen Program Studi Magister Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu dan pengajaran selama masa perkuliahan.
7. ISYSRG yang telah memberikan bantuan dan fasilitas dalam penelitian.
8. Rekan-rekan MIK yang telah berjuang bersama dan saling mendukung.
9. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun secara tidak langsung yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Tesis ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk demi kemajuan karya tulis khususnya yang berkenaan dengan Tesis ini. Beberapa peluang pengembangan dari tesis ini juga telah penulis cantumkan pada Bab Kesimpulan dan Saran, agar dapat menjadi rujukan bagi pembaca yang ingin mengembangkan penelitian ini.

Akhir kata, kami berharap agar Tesis ini dapat menjadi ilmu yang bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi civitas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Palembang, Juli 2022

Penulis

Segmentation And Classification of Pulmonary Diseases Using Convolutional Neural Network

Muhammad Arnaldo (09012682024002)

Dept of Master Computer Science, Computer Science Faculty, Sriwijaya University

Email: muhammad.arnaldo@gmail.com

ABSTRACT

Various kinds of lung diseases have become the main cause of death and the cause of many respiratory system complications that result in the death of millions of people every year. The use of medical images along with the deep learning methods can provide faster and more accurate detection of the disease. However, detection using medical images of the lungs also has challenges in the form of variations in the shape, size, and location of the infection area. In addition, multiple lung diseases often have similar symptoms. This study adopted a convolutional neural network (CNN) method with Mask-RCNN architecture to classify multi-class lung diseases. Eight models were employed with different configurations and the best performance was shown by the Mask-RCNN Resnet-50 model, learning rate 10^{-3} , and learning cycle of 100 epochs. The evaluation matrix used shows the results of DSC, MIoU, Precision, recall, and accuracy of 91.98%, 85.25%, 98.84%, 98.86%, 99.47%, respectively. Testing of unseen data is also carried out to test the robustness of the model that has been built.

Keywords: Mask-RCNN, Medical Images, Pulmonary Disease, Segmentation.

Segmentasi Dan Klasifikasi Penyakit Paru-Paru Menggunakan *Convolutional Neural Network*

Muhammad Arnaldo (09012682024002)

Prodi Magister Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email: muhammad.arnaldo@gmail.com

ABSTRAK

Berbagai macam penyakit paru-paru telah menjadi penyebab utama kematian dan penyebab komplikasi sistem pernapasan yang berakibat terjadinya kematian hingga jutaan jiwa setiap tahunnya. Penggunaan citra medis disertai metode *deep learning* dapat memberikan solusi yang lebih cepat dan akurat dalam pendeteksiannya. Pendeteksian menggunakan citra medis paru-paru ini juga memiliki tantangan berupa tingginya variasi bentuk, ukuran dan lokasi dari area infeksi. Selain itu gejala penyakit paru-paru satu dengan yang lainnya sering saling tumpang tindih. Penelitian ini mengadopsi metode *convolutional neural network* (CNN) dengan arsitektur Mask-RCNN untuk melakukan klasifikasi penyakit paru-paru multi kelas. Delapan model dibangun dengan konfigurasi yang berbeda dan performa terbaik ditunjukkan oleh model Mask-RCNN dengan menggunakan *backbone* Resnet-50, *learning rate* 10^{-3} , dan 100 *epoch*. Matrik evaluasi yang digunakan menunjukkan hasil DSC, MIoU, Presisi, *recall*, dan akurasi masing-masing 91.98%, 85.25%, 98.84%, 98.86%, 99.47%. Pengujian terhadap data *unseen* juga dilakukan untuk menguji kekokohan model yang telah dibangun.

Kata Kunci: Mask-RCNN, Citra Medis, Penyakit Paru-paru, Segmentasi.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Penelitian	6
2.2 Penyakit paru-paru	8
2.2.1 Covid-19	8
2.2.2 Kanker paru-paru	9
2.2.3 Tuberculosis	10
2.2.4 Normal	11
2.3 Teknologi Klasifikasi dan Segmentasi Penyakit Paru-paru	12
2.3.1 Pemrosesan Citra Medis	12

2.3.2	Deep Learning pada Penyakit Paru-paru	13
2.3.3	Segmentasi Citra	13
2.3.4	Transfer Learning	14
2.4	Rangkuman Tinjauan Pustaka	15
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN		16
3.1	Kerangka Kerja Penelitian	16
3.2	Studi Pustaka	17
3.3	Akuisisi Data	17
3.4	Pra Proses	18
3.5	Proses Segmentasi Citra	21
3.5.1	Backbone Mask-RCNN	22
3.5.2	Region Proposal Network	24
3.5.3	ROI Classifier & Bounding Box Regressor	24
3.5.4	Segmentation Masks	25
3.6	Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	26
3.7	Proses Pelatihan	26
3.8	Proses Pengujian	27
3.9	Evaluasi Hasil	28
3.10	Analisis Hasil	29
3.11	Penarikan Kesimpulan	30
BAB IV. HASIL DAN ANALISIS		31
4.1	Hasil Pengujian Model Mask-RCNN	31
4.1.1	Model 1	32
4.1.2	Model 2	34
4.1.3	Model 3	36
4.1.4	Model 4	38
4.1.5	Model 5	40
4.1.6	Model 6	42
4.1.7	Model 7	44
4.1.8	Model 8	46

4.2	Hasil dan Analisis Keseluruhan Model	48
4.3	Hasil Prediksi Segmentasi	51
4.4	Pengujian dengan Data Unseen	54
4.5	Perbandingan dengan Penelitian Lainnya	55
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Citra CT Covid-19	9
Gambar 2.2. Citra CT Kanker Paru-paru	10
Gambar 2.3. Citra CT Tuberculosis	11
Gambar 2.4. Citra CT Paru-paru Normal	12
Gambar 3.1. Kerangka Kerja Penelitian	16
Gambar 3.2. Anotasi area organ paru-paru	19
Gambar 3.3. Anotasi area infeksi kanker paru-paru	20
Gambar 3.4. Anotasi area infeksi TB	20
Gambar 3.5. Anotasi area infeksi Covid-19	20
Gambar 3.6. Arsitektur Mask-RCNN	22
Gambar 3.7. <i>Feature Pyramid Network</i>	23
Gambar 3.8. Cabang Deteksi Objek	25
Gambar 3.9. Cabang Mask	25
Gambar 4.1. Grafik Loss Model 1	32
Gambar 4.2. Grafik Loss Model 2	35
Gambar 4.3 Grafik Loss Model 3	37
Gambar 4.4 Grafik Loss Model 4	39
Gambar 4.5 Grafik Loss Model 5	41
Gambar 4.6 Grafik Loss Model 6	43
Gambar 4.7 Grafik Loss Model 7	45
Gambar 4.8 Grafik Loss Model 8	47
Gambar 4.9 Bagan Performa Klasifikasi	50
Gambar 4.10 Bagan Performa Segmentasi	50
Gambar 4.11 Visualisasi Hasil Prediksi Segmentasi	52
Gambar 4.12 Hasil Segmentasi yang Gagal	53
Gambar 4.13 Hasil Segmentasi dengan Banyak Area Infeksi	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Terhadap Penelitian Serupa	6
Tabel 3.1. Sumber Data	18
Tabel 3.2. Arsitektur <i>Backbone</i> Resnet-50 dan Resnet-101	23
Tabel 3.3. Spesifikasi Perangkat Keras	26
Tabel 3.4. Spesifikasi Perangkat Lunak	26
Tabel 3.5. Pembagian Data	27
Tabel 3.6. Model Mask-RCNN	27
Tabel 4.1. Rincian <i>tuning hyperparameter</i>	31
Tabel 4.2. Konfigurasi Model 1	32
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Klasifikasi Model 1	33
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Segmentasi Model 1	34
Tabel 4.5. Konfigurasi Model 2	34
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Klasifikasi Model 2	35
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Segmentasi Model 2	36
Tabel 4.8 Konfigurasi Model 3	36
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Klasifikasi Model 3	37
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Segmentasi Model 3	38
Tabel 4.11 Konfigurasi Model 4	38
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Klasifikasi Model 4	39
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Segmentasi Model 4	40
Tabel 4.14 Konfigurasi Model 5	40
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Klasifikasi Model 5	41
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Segmentasi Model 5	42
Tabel 4.17 Konfigurasi Model 6	42
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Klasifikasi Model 6	43
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Segmentasi Model 6	44
Tabel 4.20 Konfigurasi Model 7	44
Tabel 4.21 Hasil Pengujian Klasifikasi Model 7	45
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Segmentasi Model 7	46

Tabel 4.23 Konfigurasi Model 8	46
Tabel 4.24 Hasil Pengujian Klasifikasi Model 8	47
Tabel 4.25 Hasil Pengujian Segmentasi Model 8	48
Tabel 4.26 Performa Mask-RCNN	49
Tabel 4.27 Hasil Prediksi Data Unseen	54
Tabel 4.28 Perbandingan Hasil dengan Penelitian Lainnya	55

BAB I. PENDAHULUAN

Pada Bab ini berisi latar belakang dilakukannya penelitian yang berjudul Segmentasi dan Klasifikasi Penyakit Paru-paru Menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN). Pada sub-bab selanjutnya, dari latar belakang tersebut dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas, agar permasalahan tidak meluas maka diberikan batasan masalah. Kemudian, dirumuskan tujuan dari penelitian yang dibuat, dan metodologi yang digunakan dalam penelitian tersebut.

1.1 Latar Belakang Masalah

Berbagai macam penyakit paru-paru telah menjadi penyebab kematian lebih dari tiga juta orang setiap tahunnya. Selain itu, penyakit paru-paru juga telah menyebabkan komplikasi lain yang berkaitan dengan sistem pernapasan yang juga menyebabkan jutaan kematian (Xu et al., 2021). Pengidap penyakit paru-paru di dunia saat ini telah mencapai puluhan juta jiwa. Diantara penyakit paru-paru yang berbahaya tersebut adalah Covid-19 yang telah menjadi pandemi sejak tahun 2019 hingga saat ini. Penyakit Covid-19 ini merupakan penyakit yang sangat menular sehingga pendeteksian secara cepat sangat dibutuhkan sehingga pengidapnya dapat diisolasi untuk mencegah penyebaran penyakit. Standar pendeteksian Covid-19 saat ini dilakukan dengan menggunakan *Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction* (RT-PCR). Namun RT-PCR memiliki beberapa batasan yaitu terbatasnya material yang dibutuhkan, waktu yang kurang cepat, serta tingkat *sensitivity* yang rendah. Sehingga penggunaan RT-PCR kurang memadai untuk melakukan pendeteksian secara cepat untuk mengisolasi pengidap penyakit. Solusi lain yang dapat menjadi pilihan terhadap masalah ini adalah dengan penggunaan citra medis seperti citra X-ray dan *Computed tomography* (CT) (Amyar et al., 2020).

CT dan rontgen dada (CXR) adalah dua pencitraan utama untuk mendiagnosis penyakit paru-paru, dan citra CT adalah standar di antara keduanya (Mamalakis et al., 2021; Park et al., 2019). Kelebihan dari citra CT adalah

ketersediaannya yang banyak, waktu pemindaian yang singkat, dan biaya yang rendah. Citra CT ini juga mampu menghasilkan tampilan paru-paru yang sangat detail (Oulefki et al., 2021). Akademisi dan praktisi industri telah mulai menggunakan citra CT untuk menguji potensi penyakit paru-paru pada individu yang berisiko tinggi. Namun, hal ini menjadi beban berat bagi ahli radiologi karena banyaknya jumlah citra CT yang harus dianalisis secara manual. Para tenaga medis yang terbatas dan kesibukan prosedur perawatan medis terlebih pada keadaan pandemi menimbulkan masalah dalam proses analisis citra medis tersebut. Sehingga timbul kebutuhan akan alat bantu komputerisasi yang berbasis *artificial intelligence* yang tidak hanya mampu melakukan klasifikasi, namun juga melakukan segmentasi titik infeksi pada area paru-paru yang terkena penyakit.

Otomatisasi proses *screening* citra medis menggunakan algoritma komputer telah menjadi pilihan yang semakin populer (Liu et al., 2018). Salah satu pendekatan *Artificial Intelligence* (AI) yang menjadi teknik yang menjanjikan dalam deteksi dan segmentasi pencitraan CT adalah *Deep Learning* (DL), khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN) (Nurmaini et al., 2020). Pemanfaatan CNN pada data citra CT telah berhasil dilakukan pada beberapa penelitian berbagai penyakit paru-paru (Gao et al., 2020; Kopelowitz & Engelhard, 2019; Oulefki et al., 2021). Namun, segmentasi lesi penyakit paru pada gambar CT telah menjadi tantangan dalam analisis radiografi dada berbantuan komputer. Tantangannya adalah karena adanya banyaknya variasi bentuk, lokasi, dan ukuran area infeksi (Liu et al., 2018). Sehingga pemilihan arsitektur CNN yang handal dan sesuai sangat dibutuhkan untuk menghasilkan klasifikasi dan segmentasi yang baik.

Infeksi virus SARS-CoV-2 (Covid-19) dapat menyebabkan pneumonia dan kerusakan akut pada organ paru-paru, sehingga penting untuk dapat membedakan penyakit disebabkan virus, bakteri, dan juga infeksi pernapasan lainnya, seperti tuberculosis (TB) dan kanker paru-paru (Mamalakis et al., 2021). Banyak dari infeksi pernapasan menunjukkan gejala yang mirip, seperti kesulitan bernafas, gejala batuk, dan demam. Gejala antar penyakit paru-paru yang sering saling tumpang tindih ini menimbulkan kebutuhan akan sistem *artificial intelligence* yang dapat mendeteksi dan membedakan beberapa jenis penyakit pernapasan, sehingga tindakan dan prosedur medis yang tepat dapat diberikan terhadap pasien. Hal ini

dapat dicapai dengan melakukan *multi-class learning*, yaitu dengan menggabungkan pembelajaran dari beberapa pengenalan objek dalam satu proses pembelajaran mesin dengan tujuan untuk meningkatkan performa model dalam generalisasi. Ide dalam proses pembelajaran multi kelas ini adalah bahwa masing-masing objek pembelajaran dapat berbagi informasi representasi fitur (Amyar et al., 2020). Pembelajaran multi kelas ini juga menyebabkan dataset yang ada menjadi semakin besar, karena penggabungan antara setiap dataset dari masing-masing kelas dalam satu proses pembelajaran, sehingga hal ini juga dapat berdampak pada minimalnya kemungkinan *overfitting*. Penelitian yang dilakukan oleh (Xu et al., 2021) terhadap berbagai citra medis dengan penyakit paru-paru yang beragam dilakukan dengan mengandalkan CNN dengan arsitektur Mask-RCNN menunjukkan hasil yang baik. Penelitian lain terhadap area infeksi paru-paru dengan arsitektur serupa telah ditunjukkan mendapat hasil yang menjanjikan oleh (Kopelowitz & Engelhard, 2019; Liu et al., 2018). Dengan demikian, penelitian ini mengusulkan klasifikasi dan segmentasi penyakit paru-paru multi kelas yang diterapkan pada modalitas citra CT menggunakan CNN arsitektur Mask R-CNN.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah pada penelitian ini, maka perumusan masalahnya dapat diuraikan menjadi sebagai berikut:

1. Penyakit paru-paru merupakan penyakit yang berbahaya dan penyebarannya cepat sehingga diperlukan suatu instrumen yang dapat digunakan untuk mendeteksi secara cepat untuk mengisolasi pasien, dalam hal ini yaitu dengan penggunaan citra medis *Computed tomography* (CT).
2. Keterbatasan tenaga medis dan kesibukan pada prosedur medis membuat proses analisis citra medis secara manual memberikan beban yang sangat berat pada tenaga medis radiologi. Sehingga hal ini menimbulkan tuntutan akan adanya suatu sistem komputerisasi berbasis AI yang tidak hanya dapat melakukan klasifikasi penyakit paru-paru, namun juga dapat melakukan segmentasi terhadap area infeksi pada citra medis tersebut.

3. Penyakit paru-paru ada bermacam-macam, selain itu penyebabnya juga beragam. Ada yang disebabkan oleh virus, bakteri, dan infeksi lainnya. Penyakit-penyakit ini memiliki gejala yang mirip dan saling tumpang tindih satu sama lain. Masalah ini menyebabkan perlunya suatu sistem yang dapat membedakan antara penyakit paru-paru.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam melakukan proses segmentasi dan klasifikasi yang dirancang pada tesis ini adalah:

1. Sistem yang dibuat berupa simulasi untuk melakukan proses segmentasi dan klasifikasi penyakit paru-paru berbasis AI dengan modalitas citra medis CT;
2. Data citra medis berpenyakit paru-paru yang akan diteliti meliputi citra medis penyakit Covid-19, TBC, kanker paru-paru, serta citra medis paru-paru normal;
3. Metode *deep learning* yang digunakan pada penelitian ini adalah CNN dengan arsitektur Mask-RCNN.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan beberapa model CNN dengan *hyperparameter* yang berbeda untuk melakukan segmentasi dan klasifikasi terhadap penyakit paru-paru dengan arsitektur Mask-RCNN;
2. Menganalisis hasil dari pengembangan model yang telah dibangun;
3. Mengukur dan membandingkan kinerja pengujian segmentasi dan klasifikasi pada data normal dan penyakit paru-paru berdasarkan parameter matriks evaluasi.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk lebih memudahkan dalam menyusun proposal tesis ini dan memperjelas isi dari setiap bab pada laporan ini, maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut:

1. Bab I. Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.

2. Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi seluruh penjelasan terhadap tinjauan pustaka yang berkaitan dengan masalah yang dibahas pada penulisan tesis ini.

3. Bab III. Metodologi Penelitian

Bab ini berisi alasan dan metode penelitian, studi literatur metode pengambilan sampel, variabel dan data yang digunakan, metode analisis data, dan metode penyajian data. Hal ini digunakan untuk membuat kerangka berpikir dan kerangka kerja dalam penyelesaian tesis.

4. Bab IV. Hasil dan Analisis

Bab ini berisi hasil beserta analisis terhadap hasil pengerjaan tesis yang telah dilakukan.

5. Bab V. Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan terhadap hasil yang telah didapatkan dari pengerjaan tesis. Kemudian bab ini berisi saran dan kekurangan yang mungkin dapat dikembangkan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amyar, A., Modzelewski, R., Li, H., & Ruan, S. (2020). Multi-task deep learning based CT imaging analysis for COVID-19 pneumonia: Classification and segmentation. *Computers in Biology and Medicine*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2020.104037>
- Dutande, P., Baid, U., & Talbar, S. (2021). LNCDS: A 2D-3D cascaded CNN approach for lung nodule classification, detection and segmentation. *Biomedical Signal Processing and Control*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.102527>
- Fang, Y., Zhang, H., Xie, J., Lin, M., Ying, L., Pang, P., & Ji, W. (2020). Sensitivity of chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. In *Radiology* (Vol. 296, Issue 2, pp. E115–E117). Radiological Society of North America Inc. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200432>
- Gao, X. W., James-Reynolds, C., & Currie, E. (2020). Analysis of tuberculosis severity levels from CT pulmonary images based on enhanced residual deep learning architecture. *Neurocomputing*, 392, 233–244. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2018.12.086>
- Gu, D., Liu, G., & Xue, Z. (2021). On the performance of lung nodule detection, segmentation and classification. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 89. <https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2021.101886>
- Hazfiarini, A., Akter, S., Homer, C. S. E., Zahroh, R. I., & Bohren, M. A. (2021). ‘We are going into battle without appropriate armour’: A qualitative study of Indonesian midwives’ experiences in providing maternity care during the COVID-19 pandemic. *Women and Birth*. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2021.10.003>
- He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., & Girshick, R. (2017). *Mask R-CNN*. <http://arxiv.org/abs/1703.06870>
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2015). *Deep Residual Learning for Image Recognition*. <http://arxiv.org/abs/1512.03385>
- Kopelowitz, E., & Engelhard, G. (2019). *Lung Nodules Detection and Segmentation Using 3D Mask-RCNN*. <http://arxiv.org/abs/1907.07676>
- Liu, M., Dong, J., Dong, X., Yu, H., & Qi, L. (2018). *Segmentation of Lung Nodule in CT Images Based on Mask R-CNN*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ICAwST.2018.8517248>
- Lizancos Vidal, P., de Moura, J., Novo, J., & Ortega, M. (2021). Multi-stage transfer learning for lung segmentation using portable X-ray devices for patients with COVID-19. *Expert Systems with Applications*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114677>

- Mamalakis, M., Swift, A. J., Vorselaars, B., Ray, S., Weeks, S., Ding, W., Clayton, R. H., Mackenzie, L. S., & Banerjee, A. (2021). DenResCov-19: A deep transfer learning network for robust automatic classification of COVID-19, pneumonia, and tuberculosis from X-rays. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 102008. <https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2021.102008>
- Novikov, A. A., Lenis, D., Major, D., Hladůvka, J., Wimmer, M., & Bühler, K. (2017). *Fully Convolutional Architectures for Multi-Class Segmentation in Chest Radiographs*. <http://arxiv.org/abs/1701.08816>
- Nurmaini, S. (2021). The Artificial Intelligence Readiness for Pandemic Outbreak COVID-19: Case of Limitations and Challenges in Indonesia. *Computer Engineering and Applications*, 10(1).
- Nurmaini, S., Edo Tondas, A., Naufal Rachmatullah, M., Darmawahyuni, A., Edo, A., Umi Partan, R., & Iriani Sapitri, A. (2020). *Automated Detection of COVID-19 Infected Lesion on Computed Tomography Images Using Faster-RCNNs Role of Gap Junction in Atrial Fibrillation Pathophysiology View project Data Modelling for Public Awareness towards air quality View project*. http://www.engineeringletters.com/issues_v28/issue_4/EL_28_4_38.pdf
- Oulefki, A., Agaian, S., Trongtirakul, T., & Kassah Laouar, A. (2021). Automatic COVID-19 lung infected region segmentation and measurement using CT-scans images. *Pattern Recognition*, 114. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2020.107747>
- Park, B., Park, H., Lee, S. M., Seo, J. B., & Kim, N. (2019). Lung Segmentation on HRCT and Volumetric CT for Diffuse Interstitial Lung Disease Using Deep Convolutional Neural Networks. *Journal of Digital Imaging*, 32(6), 1019–1026. <https://doi.org/10.1007/s10278-019-00254-8>
- Rosenthal, A., Gabrielian, A., Engle, E., Hurt, D. E., Alexandru, S., Crudu, V., Sergueev, E., Kirichenko, V., Lapitskii, V., Snezhko, E., Kovalev, V., Astrovko, A., Skrahina, A., Taaffe, J., Harris, M., Long, A., Wollenberg, K., Akhundova, I., Ismayilova, S., ... Tartakovsky, M. (2017). The TB portals: An open-access, web-based platform for global drug-resistant- tuberculosis data sharing and analysis. *Journal of Clinical Microbiology*, 55(11), 3267–3282. <https://doi.org/10.1128/JCM.01013-17>
- Su, Y., Li, D., & Chen, X. (2021). Lung Nodule Detection based on Faster R-CNN Framework. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 200. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105866>
- Wang, D., Zhang, T., Li, M., Bueno, R., & Jayender, J. (2021). 3D deep learning based classification of pulmonary ground glass opacity nodules with automatic segmentation. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2020.101814>
- Xu, Y., Souza, L. F. F., Silva, I. C. L., Marques, A. G., Silva, F. H. S., Nunes, V. X., Han, T., Jia, C., de Albuquerque, V. H. C., & Filho, P. P. R. (2021). A soft

- computing automatic based in deep learning with use of fine-tuning for pulmonary segmentation in computed tomography images. *Applied Soft Computing*, 112, 107810. <https://doi.org/10.1016/J.ASOC.2021.107810>
- Yu, F., Zhu, Y., Qin, X., Xin, Y., Yang, D., & Xu, T. (2021). A multi-class COVID-19 segmentation network with pyramid attention and edge loss in CT images. *IET Image Processing*, 15(11), 2604–2613. <https://doi.org/10.1049/ipr2.12249>
- Zoetmulder, R., Gavves, E., Caan, M., & Marquering, H. (2022). Domain- and task-specific transfer learning for medical segmentation tasks. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 214, 106539. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2021.106539>