

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

SKRIPSI

**ANALISA VARIASI ARSITEKTUR *DEEP LEARNING* UNTUK DETEKSI
MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS PADA CITRA *SPUTUM SMEAR***



BLESSVALENTA VERONICA MASNIARI

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK BIOMEDIS

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS AIRLANGGA

2022

**ANALISA VARIASI ARSITEKTUR *DEEP LEARNING* UNTUK DETEKSI
MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS PADA CITRA *SPUTUM SMEAR***

SKRIPSI

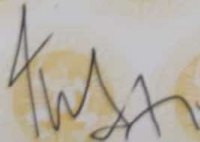
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Bidang
Teknik Biomedis pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

Blessvalenta Veronica Masniari

NIM. 081811733032

Disetujui oleh,

Pembimbing I,



Endah Purwanti, S.Si., M.T.

NIP. 197710312009122003

Pembimbing II,



Alfian Pramudita Putra, S.T., M.Sc.

NIP. 199207232019031014

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Analisa Variasi Arsitektur *Deep Learning* untuk Deteksi
Mycobacterium tuberculosis pada Citra *Sputum Smear*
Penyusun : Blessvalenta Veronica Masniari
NIM : 081811733032
Pembimbing I : Endah Purwanti, S.Si., M.T.
Pembimbing II : Alfian Pramudita Putra, S.T., M.Sc.
Tanggal Sidang :

Disetujui oleh,

Pembimbing I,



Endah Purwanti, S.Si., M.T.

NIP. 197710312009122003

Pembimbing II,



Alfian Pramudita Putra, S.T., M.Sc.

NIP. 199207232019031014

Mengetahui,

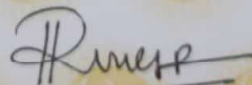
Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D.

NIP. 197712282003121003

Koordinator Program Studi
SI Teknik Biomedis
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T.

NIP. 197903152003122002

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Blessvalenta Veronica Masniari

NIM : 081811733032

Program Studi : S1 Teknik Biomedis

Judul Skripsi : Analisa Variasi Arsitektur *Deep Learning* untuk Deteksi *Mycobacterium tuberculosis* pada Citra *Sputum Smear*

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa bagian atau keseluruhan isi ini tidak pernah diajukan untuk mendapat gelar akademis pada bidang studi dan/atau universitas lain dan tidak pernah dipublikasi/ditulis oleh individu selain penyusun kecuali bila dituliskan format kutipan dalam isi Skripsi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Airlangga. Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Surabaya, 23 Desember 2022



[Signature]

Blessvalenta Veronica Masniari
NIM. 081811733032

Masniari, Blessvalenta Veronica. 2022. **Analisa Variasi Arsitektur *Deep Learning* untuk Deteksi *Mycobacterium tuberculosis* pada Citra *Sputum Smear***. Skripsi dibawah bimbingan Endah Purwanti, S.Si., M.T. dan Alfian Pramudita Putra, S.T., M.Sc. Program Studi S1 Teknik Biomedis, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Tuberkulosis adalah penyakit paru yang menyebabkan banyak masalah kesehatan dengan menduduki peringkat sepuluh ke atas penyebab kematian di dunia yang diakibatkan oleh satu agen infeksius. Penyebab terjadinya tuberkulosis adalah keberadaan bakteri basilus *Mycobacterium tuberculosis* dalam tubuh. Pemeriksaan *sputum smear* mikroskopis adalah metode deteksi tuberkulosis yang paling sering digunakan, khususnya pada negara-negara berpendapatan menengah ke bawah karena keterjangkauannya, kesederhanaannya, kecepatan pelaksanaan dan pemeliharannya dibandingkan dengan metode lainnya. Walaupun demikian, teknik pemeriksaan ini harus melalui proses *screening* bakteri tuberkulosis secara manual dimana proses ini merupakan pekerjaan berat yang menjenuhkan dan melelahkan, sehingga probabilitas terjadinya kesalahan menjadi tinggi. Dengan itu, metode otomatisasi merupakan solusi yang tepat untuk mengurangi tingkat kesalahan akibat keteledoran manusia, serta mempercepat proses uji. Penelitian ini menggunakan salah satu metode berbasis *Deep Learning* yaitu *Faster Region-based Convolutional Neural Network (Faster RCNN)* untuk mendeteksi bakteri tuberkulosis dengan membandingkan performa arsitektur *ResNet50* dan *Inception v2* pada penambahan *Image Enhancement filter* Gaussian, *filter* Median, *Contrast Stretching*, serta penggabungannya. Penggunaan arsitektur *ResNet50* memberikan hasil yang lebih baik secara merata pada nilai parameter *Confusion Matrix*, dengan nilai rerata akurasi 73.53%, rerata presisi 85.35%, rerata *recall* senilai 76.57%, dan nilai rerata *F-Score* yaitu 78.67% dengan waktu proses yang sedikit lebih lama dari penggunaan *Inception v2*.

Kata Kunci: *Mycobacterium tuberculosis*, *Deep Learning*, *Faster RCNN*, *ResNet50*, *Inception v2*

Masniari, Blessvalenta Veronica. 2022. **Analysis in Deep Learning Architecture Variation for *Mycobacterium tuberculosis* Detection in Sputum Smear Images.**

This undergraduate thesis was under the guidance of Endah Purwanti, S.Si., M.T. and Alfian Pramudita Putra, S.T., M.Sc. Biomedical Engineering Undergraduate Program, Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Tuberculosis is a lung disease that causes many health problems, being ranked as the top ten cause of death in the world by a single infectious agent. The cause of tuberculosis is the presence of the bacillus *Mycobacterium tuberculosis* in the body. Microscopic sputum smear examination is the most used tuberculosis detection method, especially in lower middle class countries because of its affordability, simplicity, speed of implementation and maintenance of tools that are easier than other methods. However, this technique must go through the process of screening the tuberculosis bacteria manually in which this process requires hard work that is tedious and tiring, thus making a high probability of error. Therefore, automation is the right solution in reducing error due to human negligence, as well as speeding up the testing process. This study uses a Deep Learning-based method, namely the Faster Region-based Convolutional Neural Network (Faster RCNN) to detect tuberculosis bacteria by comparing the performance of the *ResNet50* and *Inception v2* architectures also adding Image Enhancement methods such as Gaussian *filter*, Median *filter*, Contrast Stretching, and their combinations. The use of the *ResNet50* architecture gives better results as a whole on the Confusion Matrix parameter values, with an average accuracy value of 73.53%, an average precision of 85.35%, an average recall of 76.57%, and an average F-Score value of 78.67% with slightly longer processing time from using *Inception v2*.

Keywords: *Mycobacterium tuberculosis*, *Deep Learning*, *Faster RCNN*, *ResNet50*, *Inception v2*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, berkat dan pimpinan-Nya yang telah penulis terima selama proses pembuatan naskah skripsi dengan judul **“Analisa Variasi Arsitektur *Deep Learning* untuk Deteksi *Mycobacterium tuberculosis* pada Citra *Sputum Smear*”** sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Naskah skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademik guna mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Dalam penyusunan skripsi ini, tentunya tidak terlepas dari dukungan, semangat, serta bimbingan dari berbagai pihak, baik bersifat moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang mendalam kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi ketenangan, pimpinan, kebijaksanaan dan banyak teguran dalam setiap firman dan doa pada tinggi rendahnya kehidupan, dari awal sampai selesainya pembuatan skripsi ini.
2. Kedua orang tua penulis yang telah mendidik, mengasahi, membimbing, mendukung, mencukupi kebutuhan-kebutuhan dan masih banyak lainnya yang telah diperjuangkan untuk kehidupan penulis. Ayahanda tercinta, Demoreib Mardhen Pasaribu, BA. Act, MBA, CPHR, yang telah bekerja keras demi penulis dan keluarga serta telah membantu *proofreading* proposal skripsi ini, dan Ibunda tersayang, Anita Sari Widijanto, S. Psi. yang telah sangat pengertian kepada penulis juga telah menemani selama di rumah ataupun melalui *video call*.
3. Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T. sebagai Koordinator Program Studi S-1 Teknik Biomedis FST UNAIR yang memberikan pengaruh positif terhadap perkembangan program studi dan mahasiswa pada khususnya.

4. Ibu Endah Purwanti, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing I atas kesabarannya, pengertiannya, tuntunan dan arahnya selama proses penyusunan skripsi penulis.
5. Bpk. Alfian Pramudita Putra, S.T., M. Sc. selaku dosen pembimbing II atas semangat diskusinya, bantuannya, tuntunan dan arahnya selama proses penyusunan skripsi penulis.
6. Ibu Osmalina Nur Rahma, S.T., M. Si. selaku dosen wali penulis yang selalu bersedia siap mendukung penulis selama masa perkuliahan.
7. Para dosen S1 Teknik Biomedis UNAIR yang telah mengajar, mengasah pemikiran, dan memperluas wawasan selama perkuliahan.
8. Abang dan Kakak penulis, dr. Rheisarando S. H. Pasaribu dan drg. Damorisha B. G. Pasaribu, yang telah memberi dukungan dari rumah dan *video call* saat penyusunan skripsi, terlebih atas kebersamaannya selama di rumah ataupun juga saat penulis merantau, untuk setiap *sambat*, *update* kehidupan, dan tawa yang dibagi bersama.
9. Alm. Opung Mangaraja Pasaribu Doli dan Boru, serta Alm. Yangkung Widijanto dan Pungyang yang telah mendukung melalui doa yang sungguh dan penuh kasih selama masa hidup mereka.
10. Yusril dan Emir yang telah menjadi teman seperjuangan penulis; Daffan, Brian, dan banyak lagi teman-teman yang telah menyadarkan penulis untuk balik ke Surabaya; Sonia yang telah menjadi menampung penulis dan menemani hari-hari awal kembali berjuang di Surabaya; Amrul yang telah sangat membantu penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan proses *coding* tanpa terputus *runtime* lagi; Amel dan Alif yang telah menjadi teman sesama memperjuangkan penulisan skripsi; serta semua teman-teman “BEATIN” yang telah mengisi hari-hari kuliah penulis dengan banyak kenangan.
11. “ABBC + Indiya” yang telah sabar ingin menemani penulis dengan segala kekurangannya ☺, serta atas setiap hal kecil tapi *memorable* (seperti *codename-codename* kita), maupun hal besar dan *spontaneous* (seperti jalan ke Kenjeran hanya untuk melihat kebenaran *review* orang-orang) yang kita

telah jalani bersama di Mabes Cozy Kost, di dunia virtual, juga di Kost Vinardian. Setiap curahan hati yang telah terungkap, menemani penulis selama masa kuliah, terlebih pada masa perjuangan skripsi.

12. Teman-teman Gereja Advent Bintaro, khususnya “*Love Pyramid* dan *Goolins*” yang telah menghiasi kehidupan dengan canda tawa yang hanya dipahami oleh kita sendiri dan setiap cerita mengesankan yang telah kita ukir bersama.
13. Teman-teman Gereja Advent DHI yang telah mendengar kesaksian-kesaksian setiap progres pelaksanaan skripsi penulis serta memberikan semangat dan doa.
14. Anak-anak “PRuwuw” yang telah memberi pengalaman baru yang tidak terlupakan selama di kabinet Philotimo dengan mengenal kalian sedikit demi sedikit dari setiap *Check-in* dan *Check-out* kita.
15. “SodaSakeSoup” yang telah memberikan asupan “serotonin” dari setiap gonggongan lucu mereka, bulu yang rontok, *tricks* yang cerdas, serta setiap jalan pagi sore yang dilalui bersama di tengah-tengah masa pengerjaan skripsi di rumah.

Juga bagi semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan semangat dan bantuan selama penyusunan naskah skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat memberi manfaat yang berarti bagi pembaca serta dapat menambah ilmu pengetahuan dan pengalaman bagi penulis.

Tangerang Selatan, 23 Desember 2021

Penulis



Blessvalenta Veronica Masniari

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sistem Respirasi	6
2.2 Tuberkulosis	6
2.2.1 Epidemiologi Tuberkulosis	7
2.2.2 Dampak Fisik Tuberkulosis.....	7
2.2.3 Dampak Lanjutan Tuberkulosis	8
2.3 Bakteri <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	9
2.3.1 <i>Sputum smear</i>	9
2.3.2 Perhitungan bakteri <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	11
2.4. Citra Digital.....	12
2.4.1 Proses Pembentukan Citra Digital.....	13
2.4.2 <i>Computer Vision</i>	13
2.5. <i>Artificial Intelligence</i>	14
2.5.1 <i>Machine Learning</i>	15

2.5.2	<i>Deep Learning</i>	15
2.5.3	<i>Convolutional Neural Network</i>	16
2.6.	Pengembangan <i>Convolutional Neural Network</i>	18
2.6.1	<i>Region-based Convolutional Neural Network</i>	18
2.6.2	<i>Fast Region-based Convolutional Neural Network</i>	19
2.7	<i>Faster Region-based Convolutional Neural Network</i>	20
2.7.1	<i>Backbone</i>	22
2.7.2	<i>Region Proposal Network</i>	25
2.7.3	<i>Region of Interest Pooling</i>	25
2.8	<i>Confusion Matrix</i>	26
BAB III METODE PENELITIAN		28
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	28
3.3	Metode Penelitian.....	28
3.3.1	Studi Literatur.....	29
3.3.2	Pengambilan Data.....	29
3.3.3	<i>Preprocessing</i>	32
3.3.4	Implementasi <i>Faster RCNN</i>	34
3.3.5	<i>Training Model</i>	41
3.3.6	<i>Testing Model</i>	42
3.3.7	Analisa Hasil Data	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		45
4.1	Persiapan Dataset	45
4.1.1	Hasil Pengambilan Data	45
4.1.2	Anotasi Citra.....	45
4.2	<i>Preprocessing</i> Data	46
4.2.1	<i>Resizing</i>	47
4.2.2	Augmentasi.....	47
4.2.3	Hasil Penggunaan <i>Filter Gaussian</i>	50
4.2.4	Hasil Penggunaan <i>Filter Median</i>	51
4.2.5	Hasil Penggunaan <i>Contrast Stretching</i>	52
4.2.6	Hasil Penggabungan <i>Filter Gaussian</i> dan <i>Contrast Stretching</i>	52

4.2.7 Hasil Penggabungan <i>Filter</i> Median dan <i>Contrast Stretching</i>	53
4.3 Persiapan Model	54
4.4 Hasil <i>Training</i> Model	55
4.5 Hasil <i>Testing</i> Model	57
4.5.1 Analisis Parameter <i>Confusion Matrix</i>	57
4.5.2 Perbandingan Hasil Parameter <i>Confusion Matrix</i>	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penularan Penyakit Tuberkulosis (M. Bilal, <i>et al.</i> , 2021)	6
Gambar 2.2 Bentuk Fisik <i>Mycobacterium tuberculosis</i> (Capstick, 2013)	9
Gambar 2.3 Pewarnaan <i>Sputum smear</i> (S. Ali, <i>et al.</i> , 2014)	11
Gambar 2.4 Tabel Perhitungan Bakteri Tuberkulosis (Shah, <i>et al.</i> , 2017)	12
Gambar 2.5 Penangkapan Citra Digital (House, 2014)	13
Gambar 2.6 Proses Konvolusi pada <i>Convolution layers</i> (Yamashita, <i>et al.</i> , 2018)	16
Gambar 2.7 Proses <i>Pooling Layer</i> (Puttagunta dan Ravi, 2020)	18
Gambar 2.8 Pemrosesan <i>RCNN</i> (Girshick, <i>et al.</i> , 2014)	19
Gambar 2.9 Pemrosesan <i>Fast RCNN</i> (Girshick, 2015)	20
Gambar 2.10 Pemrosesan <i>Faster RCNN</i> (Ren, <i>et al.</i> , 2017)	21
Gambar 2.11 Arsitektur Umum <i>ResNet</i> (He, <i>et al.</i> , 2015)	23
Gambar 2.12 Perkembangan Arsitektur <i>Inception</i> (Kuan-bing Chen, <i>et al.</i> , 2021)	24
Gambar 2.13 <i>Confusion Matrix</i> (Tharwat, 2018)	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian	29
Gambar 3.2 Diagram Alir Metode <i>Faster RCNN</i>	35
Gambar 3.3 <i>RPN Anchor Boxes</i> (Ren, <i>et al.</i> , 2017)	37
Gambar 4.1 Anotasi Menggunakan Layanan Roboflow	46
Gambar 4.2 Augmentasi Citra Dataset	48
Gambar 4.3 Augmentasi Citra Dataset	49
Gambar 4.4 Pemberian <i>filter</i> Gaussian	50
Gambar 4.5 Pemberian <i>filter</i> Median	51
Gambar 4.6 Pemberian efek <i>Contrast Stretching</i> (CS)	52
Gambar 4.7 Pemberian kombinasi IE Gauss-CS	53
Gambar 4.8 Pemberian kombinasi IE Med-CS	53
Gambar 4.9 Perbandingan Loss Model pada Kombinasi IE dan Arsitektur yang Berbeda	55
Gambar 4.10 Perbandingan Kecepatan Model pada Kombinasi IE dan Arsitektur yang Berbeda	56
Gambar 4.11 Contoh Analisa	58
Gambar 4.12 Perbandingan Parameter <i>Confusion Matrix</i> Model dengan Arsitektur <i>ResNet50</i>	61
Gambar 4.13 Perbandingan Parameter <i>Confusion Matrix</i> Model dengan Arsitektur <i>Inception v2</i>	63
Gambar 4.14 Perbandingan Hasil Rerata Parameter <i>Confusion Matrix</i> Arsitektur <i>ResNet50</i> dengan Arsitektur <i>Inception v2</i>	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pembagian Citra Dataset <i>ZNSM-iDB</i> sesuai Kategori <i>Viewfield</i>	31
--	----