

**PENGEMBANGAN MACHINE LEARNING PENGOLAH CITRA
SINAR-X DALAM DIAGNOSIS PENYAKIT PARU MENGGUNAKAN
BAHASA PEMROGRAMAN PYTHON**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Fisika

Kelompok Bidang Kajian Fisika Instrumentasi



Oleh

Praditya

NIM 1909505

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2023

**PENGEMBANGAN MACHINE LEARNING PENGOLAH CITRA
SINAR-X DALAM DIAGNOSIS PENYAKIT PARU MENGGUNAKAN
BAHASA PEMROGRAMAN PYTHON**

Oleh
PRADITYA
NIM 1909505

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© PRADITYA 2023
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruh atau sebagian, dengan dicetak ulang,
difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis

HALAMAN PENGESAHAN

PRADITYA

**PENGEMBANGAN MACHINE LEARNING PENGOLAH CITRA SINAR-X
DALAM DIAGNOSIS PENYAKIT PARU MENGGUNAKAN BAHASA
PEMROGRAMAN PYTHON**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Ahmad Aminudin, S.Si., M.Si.

NIP. 197211122008121001

Pembimbing II



Dr. Andhy Setiawan, S.Pd., M.Si.

NIP. 197310131998021001

Mengetahui

Ketua Program Studi Fisika



Prof. Dr. Endi Suhendi, S.Si., M.Si

NIP. 197905012003121001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga proposal skripsi dengan judul “Pengembangan *Machine Learning* Pengolah Citra Sinar-X Dalam Diagnosis Penyakit Paru Menggunakan Bahasa Pemrograman Python” dapat diselesaikan. Penulisan skripsi ini dimaksudkan memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika Kelompok Bidang Kajian Fisika Instrumen.

Disusunnya skripsi ini berkat partisipasi dukungan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu, sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga terwujudnya skripsi ini.

Penulis menyadari di dalam skripsi ini memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari berbagai pihak untuk menyempurnakan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pembaca yang berkepentingan.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyelesaian skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan, doa, dan dukungan untuk penulis baik secara moral, tenaga maupun materi. Maka penulis ingin mengucapkan terima kasih dan semoga Allah SWT. senantiasa memberikan keridhaan kepada pihak-pihak berikut ini:

1. Bapak Dr. Ahmad Aminudin, M.Si. selaku Dosen Wali Akademik, sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing penulis hingga skripsi ini selesai.
2. Bapak Dr. Andhy Setiawan, M. Pd., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing penulis hingga skripsi ini selesai.
3. Bapak Prof. Dr. Endi Suhendi, M.Si, selaku Ketua Program Studi Fisika
4. Bapak Drs. Waslaluddin, M.T. dan Ibu Prof. Dr. Lilik Hasanah, M.Si. selaku Dosen Penelaah yang telah memberikan saran dan koreksi pada skripsi ini sampai penulisan skripsi ini selesai.
5. Bunda Wulan Daningsih dan Bapak Iman selaku orang tua penulis yang selalu mendukung dan mendoakan penulis hingga penulis dapat melalui seluruh proses perkuliahan dari awal hingga selesai.
6. Isma Afina Salsabila, Thifal Nurriqfi Ariel Kurniawan, Cahyanisa Alifa Pramesti, Taufik Syah Mauludin, dan Ihza Mahessa Cahyadi selaku teman-teman penulis yang selalu mendukung, mendoakan, menguatkan, dan saling berbagi ilmu selama penulis menempuh masa perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi.
7. Pemerintah melalui Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Barat yang telah memberikan bantuan Beasiswa Jabar Future Leader Scholarship secara penuh selama penulis menjalani perkuliahan dari awal hingga selesai.
8. Seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

ABSTRAK

Banyak kasus yang menimpa masyarakat di dalam maupun di luar Indonesia mengalami gangguan paru yang disebabkan oleh bakteri maupun virus. Salah satu cara untuk mengetahui jenis penyakit paru apa yang diderita adalah dengan melakukan rontgen paru. Hasil rontgen paru adalah hasil transmisi sinar-X pada film. Citra sinar-X tersebut dapat dideteksi dengan menggunakan Artificial Intelligent. Salah satu bagian Artificial Intelligent yang dimaksud adalah Machine Learning yang menggunakan sistem Computer Vision. Computer Vision ini digunakan untuk diagnosis awal penyakit paru yang diderita pasien melalui citra sinar-X. *Machine Learning* dibangun menggunakan sistem Transfer Learning, yang artinya memindahkan model yang telah ada dan disesuaikan dengan data yang digunakan. Model dasar yang digunakan adalah jenis MobileNetV2 yang telah dikembangkan dalam segi performa untuk menghadapi tugas yang memiliki *benchmark* dan spektrum yang luas. Algoritma model disesuaikan pada bagian output channel sebanyak 4 label. Machine Learning melalui iterasi dan proses pembelajaran sebanyak 15 kali epoch. Hasil iterasi didapat setelah proses selama 1 jam 15 menit 42 detik, dengan akurasi numerik 91,54 persen. Selain itu, akurasi secara empirik didapat dari hasil validasi menggunakan data yang tidak digunakan pada proses iterasi Machine Learning. Akurasi empirik memiliki nilai sebesar 92,5 persen. Karakteristik citra sinar-X yang dapat efektif diprediksi adalah citra yang telah dikonversi menjadi ukuran 256×256 pixel. Adapun citra sinar-X dari setiap label memiliki keunikan masing-masing dalam segi indeks warna atau *array* dari setiap pixel.

Kata Kunci: *Machine Learning*, Citra Rontgen Paru, Diagnosis Penyakit Paru, Python

ABSTRACT

There are many cases of people inside and outside Indonesia experiencing lung problems caused by bacteria or pneumonia virus. One way to find out the type of lung disease what is suffered is by doing X-rays of the lungs. The results of a lung X-ray are the result of a transmission of X-rays on film. X-ray image can be detected using Artificial Intelligent. One part of the Artificial Intelligent in question is Machine Learning that uses a Computer Vision system. Computer Vision is used for early diagnosis of lung disease suffered by the patient through X-ray images. Machine Learning is built using the Transfer Learning system, which means Move the existing model and adapt it to the data used. The basic model used is type MobileNetV2 which has been developed in terms of performance to deal with tasks that have benchmarks and spectrum broad. The model algorithm is adjusted to the output channel for 4 labels. Machine Learning through iterations and processes learning as much as 15 times the epoch. Iteration results are obtained after a process of 1 hour 15 minutes 42 seconds, with numerical accuracy 91.54 percent. In addition, empirical accuracy is obtained from validation results using data that is not used in the process Machine Learning iterations. Empirical accuracy has a value of 92.5 percent. Characteristics of X-ray images that can be effective predicted is an image that has been converted to a size of 256×256 pixels. As for the X-ray image of each label has the uniqueness of each in terms of the color index or array of each pixel.

Keywords: Machine Learning, Lung X-Ray Image, Lung Disease Diagnosis, Python

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR GRAFIK	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Sinar-X.....	6
2.2 Rontgen Paru dan Hukum <i>Beer-Lambert</i>	8
2.3 Penyakit Paru	10
2.4 Kecerdasan Buatan	12
2.5 Convolutional Neural Network (CNN)	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Komunikasi dan Analisis	14
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Desain Algoritma <i>Machine Learning</i> Pengolah Citra Sinar-X dalam Diagnosis Penyakit Paru.....	18
3.3.1 Desain Algoritma <i>Machine Learning</i> untuk Mengetahui Keunikan Citra dari Setiap Label.....	18
3.3.2 Desain Algoritma untuk Mengetahui Akurasi <i>Machine Learning</i> Pengolah Citra Sinar-X dalam Diagnosis Penyakit Paru.....	19
3.3.3 Desain Algoritma untuk Menentukan Format Masukan Citra Sinar-X yang dapat Diolah Oleh <i>Machine Learning</i> Pengolah Citra Sinar-X dalam Diagnosis Penyakit Paru	20

3.4	Pembangunan <i>Machine Learning</i> Pengolah Citra Sinar-X dalam Diagnosis Penyakit Paru.....	20
3.4.1	Proses Mendapatkan <i>Array</i> yang Menjadi Keunikan Citra dari Setiap Label.....	21
3.4.2	Proses Mendapatkan Akurasi <i>Machine Learning</i> Pengolah Citra Sinar-X dalam Diagnosis Penyakit Paru.	22
3.4.2	Proses Mendapatkan Format Masukan Citra yang dapat diolah <i>Machine Learning</i> Pengolah Citra Sinar-X dalam Diagnosis Penyakit Paru.....	31
3.5	Pengujian dan Pengolahan Data untuk Mendapatkan Karakteristik <i>Machine Learning</i> Pengolah Citra Sinar-X dalam Diagnosis Penyakit Paru.....	32
3.5.1	Pengolahan Data untuk Mendapatkan <i>Array</i> sebagai Keunikan Citra dari Setiap Label.....	33
3.5.2	Pengolahan Data Hasil Iterasi untuk Mendapatkan Akurasi <i>Machine Learning</i> Pengolah Citra Sinar-X dalam Diagnosis Penyakit Paru.....	33
3.5.3	Pengolahan Data untuk Mendapatkan Format Masukan Citra yang dapat diolah <i>Machine Learning</i> Pengolah Citra Sinar-X dalam Diagnosis Penyakit Paru.....	33
BAB 4	TEMUAN DAN PEMBAHASAN	34
4.1	Karakteristik Keunikan Citra Sinar-X yang dapat Diterima oleh <i>Machine Learning</i> Pengolah Citra Sinar-X dalam Diagnosis Penyakit Paru	34
4.2	Karakteristik Akurasi <i>Machine Learning</i> Pengolah Citra Sinar-X dalam Diagnosis Penyakit Paru.....	39
4.3	Karakteristik Format Masukan Citra Sinar-X yang dapat Diolah <i>Machine Learning</i> Pengolah Citra Sinar-X dalam Diagnosis Penyakit Paru	43
BAB V	SIMPULAN DAN REKOMENDASI	45
5.1	Simpulan.....	45
5.2.	Rekomendasi dan Saran.....	45
DAFTAR	RUJUKAN	47

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Simulasi transmisi Sinar-X pada jaringan tubuh.....	34
Tabel 4. 2 Akurasi setiap iterasi dilakukan	39
Tabel 4. 3 Hasil Iterasi MobileNetV2 tanpa perubahan Output Channel	42
Tabel 4. 4 Hasil pengujian prediksi dengan ukuran citra yang berbeda	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alat yang digunakan untuk menghasilkan sinar-x, mirip dengan alat Röntgen tahun 1895 (Young & Freedman, 2020).....	6
Gambar 2. 2 Koefisien attenuasi beberapa bagian dari jaringan manusia (Pacella, 2023)	7
Gambar 2. 3 Proses rontgen thorax (Instalasi Radiologi RSUD dr. Darsono Pacitan)	10
Gambar 2. 4 Perubahan alveolus yang terjangkit pneumonia (Guyton A.C. & Hall J.E., 2008)	10
Gambar 2.5 Hasil rontgen paru paru terjangkit pneumonia (https://data.mendeley.com/datasets/rsbjbr9sj/2)	11
Gambar 2. 6 Hasil rontgen paru paru terjangkit tuberculosis (Rahman dkk., 2020)	11
Gambar 2. 7 Hasil rontgen paru paru terjangkit pneumonia Covid-19 (https://www.kaggle.com/datasets/prashant268/chest-xray-covid19-pneumonia)	12
Gambar 3. 1 Diagram pendekatan Waterfall.....	14
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian.....	15
Gambar 3. 3 Diagram algoritma untuk mengetahui keunikan citra setiap label ...	19
Gambar 3. 4 Diagram algoritma untuk mendapatkan akurasi dari Machine Learning	20
Gambar 3. 5 Array gelap dan terang	21
Gambar 3. 6 Jumlah data train dan test yang digunakan Machine Learning	23
Gambar 3.7 Perubahan ukuran skala citra sesuai rata-rata ukuran citra dan dinormalisasi dengan format RGB (Montesinos-López et al., 2022)	25
Gambar 3. 8 Salah satu persamaan dan matrik yang diadaptasi untuk membentuk tensor pada citra (Branson, 2013)	25
Gambar 3. 9 Arsitektur dan fungsi aktivasi dari MobileNetV2 (PradyaSin, 2019)	28
Gambar 4. 1 <i>Array</i> Citra Rontgen Paru Pengidap Covid19.....	35
Gambar 4. 2 <i>Array</i> Citra Rontgen Paru Normal	36
Gambar 4. 3 <i>Array</i> Citra Rontgen Paru Pengidap Pneumonia.....	37
Gambar 4. 4 <i>Array</i> Citra Paru-Paru Pengidap Tuberculosis	38

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Perbandingan nilai loss dan akurasi antara proses training dan validasi	40
Grafik 4. 2 Hasil prediksi penyakit paru-paru dengan data validasi dari luar.....	41
Grafik 4. 3 Perbandingan nilai loss dan akurasi model MobileNetV2 tanpa perubahan Output Channel.....	43
Grafik 4. 4 Hasil prediksi penyakit paru-paru dengan model MobileNetV2 tanpa perubahan Output Channel.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Prediksi Penyakit Paru.....	51
Lampiran 2 Efektifitas Perubahan Ukuran Citra untuk Prediksi	53
Lampiran 3 Daftar Instruksi (Listing Program)	55
Lampiran 4 Sumber Data	64

DAFTAR RUJUKAN

- Boas, M. L. (2006). *Mathematical Methods in the Physical Sciences* (S. Wolfman, Ed.; 3rd ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Branson, J. (2013, April 22). *The Electromagnetic Field Tensor*. https://quantummechanics.ucsd.edu/ph130a/130_notes/node451.html
- Buchori, A., Khatijah, S., & Ramdan A. Syahrul. (2022). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Paru-Paru Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier Berbasis Java. Seminar Nasional Riset Dan Inovasi Teknologi (Semnas Ristek) 2022, 1–7.
- Budhiarto, W. (2018). *Pemrograman Python untuk Ilmu Komputer dan Teknik* (1st ed.). ANDI.
- Guyton A.C., & Hall J.E. (2008). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran: Vol. VII* (11th ed.). Penerbit Buku Kedokteran.
- Hunter, J. D. (n.d.). *Matplotlib: Visualization with Python*.
- Kermany, D., Zhang, K., & Goldbaum, M. (2018). *Labeled Optical Coherence Tomography (OCT) and Chest X-Ray Image for Classification*.
- Kusumanto, R. D., & Tompunu, A. N. (2011). *Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi Rgb*. Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. *Nature*, 521, 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Mahesh, B. (2020). *Machine Learning Algorithms - A Review*. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 9(1), 381–386.
- McKinney, W. (n.d.). *Pandas*.
- Montesinos-López, O. A., Crossa, J., & Montesinos, A. (2022). *Multivariate Statistical Machine Learning Methods for Genomic Prediction* (1st ed.). Springer.

- Munir, R. (2019). *Penapisan Citra dan Konvolusi*.
- Nasution, H. (2010). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan. *Jurnal ELKHA*, 4(2), 4–8.
- Novac, O.-C., Chirodea, M. C., Novac, C. M. B. N., Oproescu, M., Stan, O. P., & Gordan, C. E. (2022). Analysis of the Application Efficiency of TensorFlow and PyTorch in Convolutional Neural Network. *Sensor*, 22(8872), 1–23.
- Nurhayati, E., & Pratiwi, A. (2020). Management Kasus Pneumonia COVID-19: A Literature Review. *Jurnal Berita Ilmu Keperawatan*, 13(2), 100–109.
- Oliphant, T., Berg, S., Gommers, R., Harris, C., Hoyer, S., Pawson, I., Walt, S. van der, Weber, M. M., & Wieser, E. (n.d.). *Numpy: The fundamental package for scientific computing with Python*.
- Pacella, D. (2023). *Energy-Resolved X-Ray Detectors: The Future of Diagnostic Imaging*. *Taylor and Francis Online*, 8(2015), 1–13.
- Pusat Layanan Kesehatan, A. (2021). *Waspadai TBC Di Kala Pandemi*. Pusat Layanan Kesehatan Universitas Airlangga. <http://plk.unair.ac.id/waspadai-tbc-di-kala-pandemi/>
- PradyaSin. (2019, August 16). *Convolution Neural Network คืออะไร*. Medium. <https://medium.com/@pradyasin/what-is-convolution-neural-network-bf2e525089f5>
- Rahman, T., Khandakar, A., Kadir, M. A., Islam, K. R., Islam, K. F., Mahbub, Z. B., Ayari, M. A., & Chowdhury, M. E. H. (2020). *Reliable Tuberculosis Detection using Chest X-ray with Deep Learning, Segmentation and Visualization*. *IEEE Access*, 8.
- Richey, R. C., Klein, J. D., & Nelson, W. A. (2014). *Developmental Research: Studies of Instructional Design and Development* (pp. 1099–1130).
- Salman, S., & Liu, X. (2019). *Overfitting Mechanism and Avoidance in Deep Neural Networks*. *AsXiv*.

- Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., & Chen, L. C. (2018). *Mobilenetv2: The next generation of on-device computer vision networks*. URL <https://ai.googleblog.com/2018/04/Mobilenetv2-next-Generation-of-on-2020>.
- Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., & Chen, L.-C. (2019). *MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks*. *ArXiv*, 4(1801.04381).
- Souisa, F., Ratnawati, & Sudarsana, B. (2014). Pengaruh Perubahan Jarak Obyek Ke Film Terhadap Pembesaran Obyek Pada Pemanfaatan Pesawat Sinar-X, *Type Cgr. Buletin Fisika*, 15(2), 15–21.
- Svanberg, S. (2022). *Atomic and Molecular Spectroscopy: Basic Aspects and Practical Application* (5th ed., Vol. 6). Springer.
- Saputra, D. I. S. (2013). Simulasi Rontgen Thorax Berbasis Android Sebagai Media Edukasi. *Jurnal Telematika*, 6(2), 1–11.
- Shwartz-Ziv, R., Goldblum, M., Souri, H., Kapoor, S., Zhu, C., LeCun, Y., & Wilson, A. G. (2022). *Pre-Train Your Loss: Easy Bayesian Transfer Learning with Informative Priors*. *Neural Information Processing Systems*, 36, 1–10.
- Situasi COVID-19 di Indonesia (2023). <https://covid19.go.id/id/artikel/2023/02/15/situasi-covid-19-di-indonesia-update-15-februari-2023>
- Wahid, A. A. (2020). Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Informatika Dan Manajemen STMIK*, 1–5.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2020). *University Physics with Modern Physics (15th ed.)*. Pearson Education Limited.
- Zarman, W., & Wicaksono, M. F. (2020). Implementasi Algoritma dalam Bahasa Python. *INFORMATIKA*.