

SKRIPSI



**DETEKSI CITRA DIGITAL PENYAKIT CACAR MONYET
MENGUNAKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
DENGAN ARSITEKTUR *MOBILENETV2***

**PUTRI SARAH FRANSISCA
NIM. 1910511037**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
2023**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Komputer**



**DETEKSI CITRA DIGITAL PENYAKIT CACAR MONYET
MENGUNAKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
DENGAN ARSITEKTUR *MOBILENETV2***

**PUTRI SARAH FRANSISCA
NIM. 1910511037**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
2023**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Putri Sarah Fransisca

NIM : 1910511037

Tanggal : 22 Juni 2023

Judul Skripsi : **Deteksi Citra Digital Penyakit Cacar Monyet Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* dengan Arsitektur *MobileNetV2***

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 22 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Putri Sarah Fransisca

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Sarah Fransisca
NIM : 1910511037
Fakultas : Ilmu Komputer
Program Studi : Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan karya ilmiah saya kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exchange Royalty Free Right*) untuk dipublikasikan dengan judul:

Deteksi Citra Digital Penyakit Cacar Monyet Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* Dengan Arsitektur *MobileNetV2*

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media atau memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 22 Juni 2023

Yang Menyatakan,




Putri Sarah Fransisca

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

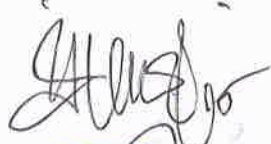
Nama : Putri Sarah Fransisca
NIM : 1910511037
Program Studi : SI Informatika
Judul Tugas Akhir : Deteksi Citra Digital Penyakit Cacar Monyet
Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network*
Dengan Arsitektur MobileNetV2

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Ermatita, M.Kom

Penguji I



Yuni Widiastuti, S.Kom., M.Si.

Penguji II



Dr. Ermatita, M.Kom.
Dekan



Nurhafifah Matondang, S.Kom., M.M., M.TI

Pembimbing



Dr. Widya Cholil, M.I.T.

Kepala Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 15 Juni 2023



DETEKSI CITRA DIGITAL PENYAKIT CACAR MONYET MENGUNAKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* DENGAN ARSITEKTUR *MOBILENETV2*

PUTRI SARAH FRANSISCA

ABSTRAK

Pada bulan juli tahun 2022, penyakit cacar monyet ditetapkan sebagai darurat kesehatan global. Hal ini dikarenakan penyakit cacar monyet sudah terjadi di lebih dari 70 negara. Kasus cacar monyet di Indonesia ditemukan pertama kali pada bulan Agustus 2022 di Kota Jakarta. Kesamaan gejala yang dimiliki oleh penyakit cacar monyet, cacar air dan campak menjadi tantangan untuk para tenaga kerja kesehatan dalam membedakan penyakit tersebut. Penelitian ini mengembangkan sebuah model algoritma deteksi otomatis untuk mendeteksi citra digital penyakit cacar monyet. Algoritma tersebut adalah *Convolutional Neural Network* dengan arsitektur *MobileNetV2* serta penerapan *transfer learning*. Pelatihan model dilakukan dengan jumlah 5 *epoch* dan mengimplementasikan dua jenis *optimizer*, yaitu Adam dan RMSprop. Penerapan Adam *Optimizer* dengan *learning rate* 10^{-4} menghasilkan akurasi pada data uji sebesar 94%, akurasi pada data latih sebesar 92% dengan nilai *loss function* 27%. Sedangkan, penerapan RMSprop *Optimizer* dengan *learning rate* 45×10^{-3} menghasilkan akurasi pada data uji sebesar 97%, akurasi pada data latih mencapai 97% namun nilai *loss function* cukup tinggi yaitu mencapai 52%.

Kata Kunci: Cacar Monyet, Penyakit Lesi Kulit, *MobileNetV2*, *Convolutional Neural Network*, Pengenalan Gambar.

***DIGITAL IMAGE DETECTION OF MONKEYPOX DISEASE
USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK ALGORITHM
WITH MOBILENETV2 ARCHITECTURE***

PUTRI SARAH FRANSISCA

ABSTRACT

In July 2022, monkeypox was declared a global health emergency due to its occurrence in more than 70 countries. The first case of monkeypox in Indonesia was discovered in Jakarta in August 2022. Differentiating between monkeypox, chickenpox, and measles, which share similar symptoms, poses a challenge for healthcare workers. To address this, a research study was conducted to develop an automated algorithm for detecting digital images of monkeypox. The algorithm used was a Convolutional Neural Network with MobileNetV2 architecture, implementing transfer learning. The model was trained for a total of 5 epochs and utilized two types of optimizers, namely Adam and RMSprop. Applying Adam Optimizer with a learning rate of 10^{-4} resulted in a test accuracy of 94%, training accuracy of 92%, and a loss function value of 27%. On the other hand, implementing RMSprop Optimizer with a learning rate of 45×10^{-3} achieved a test accuracy of 97%, training accuracy of 97%, but with a relatively higher loss function value of 52%.

Keywords: Monkeypox, Skin Lesion Disease, MobileNetV2, Convolutional Neural Network, Image Recognition.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Deteksi Citra Digital Penyakit Cacar Monyet Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* Dengan Arsitektur *Mobilenetv2*” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta. Selain itu, skripsi ini juga dibuat sebagai salah satu wujud implementasi dari ilmu yang penulis dapatkan selama masa perkuliahan.

Penulis sadar bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat dukungan, bimbingan, nasehat dan doa dari berbagai pihak selama penulis menyusun skripsi ini. Pada kesempatan ini, penulis dengan tulus ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ermatita, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
2. Ibu Nurhafifah Matondang, S.Kom., M.M., MTI., selaku dosen pembimbing skripsi atas bimbingan, arahan, dan saran yang diberikan dengan penuh dedikasi sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan dengan baik..
3. Seluruh dosen pengajar Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta yang telah senantiasa mengajarkan dan memberikan ilmu pengetahuannya selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
4. Mama, kakak dan adik penulis, yang selalu memberikan dukungan moral maupun materiil kepada penulis dimanapun kapanpun dan dalam situasi apapun.
5. Rizqan Syahrudin Ramadhan, *my number one support system*, yang senantiasa memberikan dukungan, nasehat dan selalu mengingatkan penulis untuk tidak menyerah.

6. Ajeng Arifa Chantika Rindu, Annisya Safa Kusyanti dan Fitriya Adyati Mardha sebagai teman seperjuangan di dunia perkuliahan yang selalu menjadi *support system* selama penulis menjalani pendidikan di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang dengan tulus dan ikhlas memberikan doa dan motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis sadar bahwa terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan para pembaca. Aamiin.

Jakarta, 24 Mei 2023

Penulis

Putri Sarah Fransisca

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Luaran Penelitian	4
1.6. Manfaat Penelitian	5
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penyakit Cacar Monyet	7
2.2 Citra Digital	8
2.3 Pengolahan Citra Digital	9
2.4 <i>Image Recognition</i> dengan <i>Deep Learning</i>	9
2.5 <i>Deep Learning</i>	10
2.6 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	14
2.6.1. Convolutional Layer	15
2.6.2. <i>Batch Normalization</i>	18
2.6.3. <i>Rectified Linear Unit (ReLU)</i>	20

2.6.4.	<i>Pooling Layer</i>	21
2.6.5.	<i>Fully-Connected Layer</i>	22
2.6.6.	Softmax.....	23
2.7	Arsitektur MobileNet.....	24
2.7.1.	Depthwise Separable Convolutions (DSC)	25
2.7.2.	<i>Inverted Residual Connections</i> dengan <i>Linear bottleneck</i>	26
2.8	Bahasa Pemrograman Python.....	28
2.9.	Penelitian Terkait.....	28
BAB III METODE PENELITIAN		31
3.1.	Diagram Alir Penelitian	31
3.2.	Kerangka Pikir	31
3.2.1.	Identifikasi Masalah.....	31
3.2.2.	Studi Literatur	32
3.2.3.	Akuisisi Data.....	32
3.2.4.	Praproses Data	32
3.2.5.	Pembuatan Model Arsitektur <i>MobileNetV2</i>	34
3.2.6.	Pelatihan Model	35
3.2.7.	Pengujian Model dan Evaluasi Performa Model	36
3.2.8.	Pengambilan Kesimpulan	37
3.3.	Alat Bantu Penelitian	38
3.3.1.	Perangkat Keras	38
3.3.2.	Perangkat Lunak	38
3.4.	Tahapan Kegiatan	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1.	Akuisisi Data.....	40
4.2.	Praproses Data	42
4.3.	Pembuatan Model Arsitektur MobileNetV2.....	47
4.4.	Pelatihan Model	53
4.5.	Pengujian Model dan Evaluasi Performa Model	73
4.6.	Pengambilan Kesimpulan	78

BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	79
5.1. Simpulan	79
5.2. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Ilustrasi posisi <i>Deep Learning</i> , <i>Machine Learning</i> dan <i>Artificial Intelligence</i>	11
Gambar 2. 2 Blok Arsitektur CNN	15
Gambar 2. 3 Ilustrasi Operasi Konvolusi.....	16
Gambar 2. 4 Ilustrasi “ <i>same</i> ” <i>padding</i> atau <i>zero padding</i>	17
Gambar 2. 5 Ilustrasi “ <i>valid</i> ” <i>padding</i>	17
Gambar 2. 6 Ilustrasi <i>Stride</i>	18
Gambar 2. 7 Ilustrasi <i>Max Pooling</i> dan <i>Global Max Pooling</i>	21
Gambar 2. 8 Ilustrasi <i>Average Pooling</i> dan <i>Global Average Pooling</i>	22
Gambar 2. 9 Ilustrasi <i>Fully Connected Layer</i>	22
Gambar 2. 10 Lapisan konvolusi <i>Depthwise</i> (1) dan <i>Pointwise</i> (2).	25
Gambar 2. 11 Blok Arsitektur MobileNetV1	26
Gambar 2. 12 Blok Arsitektur MobileNetV2	27
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.	31
Gambar 3. 2 Contoh augmentasi data pada citra cacar monyet	33
Gambar 3. 3 Arsitektur MobileNetV2	34
Gambar 3. 4 Arsitektur MobileNetV2 dengan <i>Transfer learning</i>	35
Gambar 3. 5 Tahap Pelatihan, Pengujian dan Evaluasi Model.....	36
Gambar 4. 1 Tampilan citra pada setiap kelasnya	41
Gambar 4. 2 Potongan kode proses augmentasi data.....	44
Gambar 4. 3 Tahap praproses data.....	46
Gambar 4. 4 Potongan kode mengunduh <i>pre-trained model</i> MobileNetV2.....	47
Gambar 4. 5 Ringkasan arsitektur <i>base model</i> MobileNetV2.	49
Gambar 4. 6 Potongan kode pembuatan <i>head network</i>	50

Gambar 4. 7 Ringkasan arsitektur <i>base model</i> beserta <i>head network</i> TL-MobileNetV2.	51
Gambar 4. 8 Lapisan pada Blok <i>Linear bottleneck</i>	67
Gambar 4. 9 Ilustrasi proses lapisan <i>Global Average Pooling</i>	68
Gambar 4. 10 Potongan kode pelatihan model TL-MobileNetV2 dengan Adam <i>Optimizer</i>	70
Gambar 4. 11 Grafik hasil pelatihan model dengan Adam <i>Optimizer</i>	71
Gambar 4. 12 Potongan kode pelatihan model TL-MobileNetV2 dengan RMSprop <i>Optimizer</i>	71
Gambar 4. 13 Grafik hasil pelatihan model dengan RMSprop <i>Optimizer</i>	72
Gambar 4. 14 <i>Confusion Matrix</i> (RMSprop <i>Optimizer</i>).	73
Gambar 4. 15 <i>Classification report</i> (RMSprop <i>Optimizer</i>).	74
Gambar 4. 16 <i>Confusion Matrix</i> (Adam <i>Optimizer</i>).	74
Gambar 4. 17 <i>Classification report</i> (Adam <i>Optimizer</i>).	78

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Evolusi Arsitektur Deep <i>Neural networks</i>	12
Tabel 3. 1 Tahapan Kegiatan	39
Tabel 4. 1 Jumlah citra untuk setiap kelasnya.	40
Tabel 4. 2 Jumlah total dataset setelah penambahan	41
Tabel 4. 3 Nilai parameter augmentasi data yang diterapkan.	43
Tabel 4. 4 Jumlah dataset setelah diaugmentasi.	44
Tabel 4. 5 Jumlah data setelah Undersampling.....	45
Tabel 4. 6 Jumlah data <i>train</i> , data <i>valid</i> dan data <i>test</i>	47
Tabel 4. 7 Parameter <i>base model</i>	48
Tabel 4. 8 Parameter <i>prediction layer</i>	50
Tabel 4. 9 Arsitektur MobileNetV2 pada penelitian ini.	52
Tabel 4. 10. Hasil <i>training</i> data.	72