

**TRANSFER LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK PADA KLASIFIKASI PENYAKIT SINGKONG
BERDASARKAN CITRA DAUN**

SKRIPSI



Oleh :

WAHYU FIRMAN SYAHPUTRA

18081010055

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2022**

**TRANSFER LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK PADA KLASIFIKASI PENYAKIT SINGKONG
BERDASARKAN CITRA DAUN**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Dalam Menempuh Gelar Sarjana
Komputer Program Studi Teknik Informatika



Oleh :

WAHYU FIRMAN SYAHPUTRA

18081010055

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR**

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : TRANSFER LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA KLASIFIKASI PENYAKIT SINGKONG BERDASARKAN CITRA DAUN

Oleh : WAHYU FIRMAN SYAHPUTRA

NPM : 18081010055

Telah Diseminarkan dalam Ujian Skripsi Pada :

Hari jumat, Tanggal : 30 September 2022

Mengetahui :

Dosen Pembimbing

1.



Wahyu SJ Saputra, S.Kom, M.Kom
NIPPPK. 19860825 202121 1 003

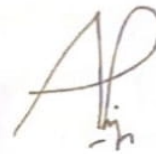
2.



Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom, M.Kom
NIPPPK. 19890705 202121 2 002

Dosen Penguji

1.



Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.
NIPPPK. 21219 86081 6 400

2.



Hendra Maulana, S.Kom, M.Kom
NIPPPK. 201198 3122 3 248

Menvetujui :

**Dekan
Fakultas Ilmu Komputer**



Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T
NIP. 19650731 199203 2 001

**Koordinator Program Studi
Informatika**



Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NIP. 19800907 202121 1 002

SURAT PENYATAAN ANTI PLAGIAT

Saya, mahasiswa Program Studi Informatika UPN “Veteran” Jawa Timur,
yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : WAHYU FIRMAN SYAHPUTRA

NPM : 18081010055

Menyatakan bahwa judul skripsi yang saya ajukan dan kerjakan dengan
judul

“TRANSFER LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA KLASIFIKASI PENYAKIT SINGKONG BERDASARKAN CITRA DAUN”

Bukan merupakan plagiat dari skripsi/tugas akhir/ penelitian orang lain dan
juga bukan merupakan produk atau aplikasi yang saya beli dari pihak lain. Saya
juga menyatakan bahwa skripsi ini adalah pekerjaan saya sendiri, kecuali yang
dinyatakan dalam daftar Pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat
memperoleh gelar di UPN “Veteran” Jawa Timur maupun di institusi pendidikan
lain.

Jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini terbukti tidak benar, maka
saya siap menerima segala konsekuensinya.

Surabaya, 19 November 2022

Penulis,



WAHYU FIRMAN SYAHPUTRA
NPM. 18081010055

TRANSFER LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA KLASIFIKASI PENYAKIT SINGKONG BERDASARKAN CITRA DAUN

Nama Mahasiswa : Wahyu Firman Syahputra

NPM : 18081010055

Program Studi : Informatika

Dosen Pembimbing : Wahyu SJ Saputra, S.Kom, M.Kom

Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom, M.Kom

ABSTRAK

Pada beberapa tahun terakhir, telah banyak berkembang tentang pembelajaran mesin dan pengolahan citra digital, hal tersebut menunjukkan potensi yang besar dalam membantu mempercepat diagnosis penyakit pada tanaman, khususnya tanaman singkong. Dalam sistem ini, algoritma yang digunakan untuk melakukan klasifikasi adalah *Transfer Learning Convolutional Neural Network*. Data yang digunakan merupakan didapatkan dari Kaggle yang berjudul '*Cassava Disease Classification*' yang isinya berupa citra daun singkong. *Dataset* tersebut memiliki data sebanyak 5.696 citra berwarna yang memiliki 5 kelas dengan sebaran 4 kelas daun tanaman singkong berpenyakit (*Cassava Bacterial Blight*, *Cassava Brown Streak Disease*, *Cassava Green Mite*, *Cassava Mosaic Disease*) dan 1 kelas daun tanaman singkong sehat (*Healthy*).

Sistem telah berhasil diimplementasikan pada penelitian ini. Hasil pengujian Model pembelajaran mesin menggunakan algoritma *Transfer Learning Convolutional Neural Network* mendapatkan akurasi paling baik pada Skema Pengujian II. Model pembelajaran pada skema tersebut dapat mencapai akurasi sebesar 80%. Untuk dapat memanfaatkan model yang telah dilatih agar dapat mudah digunakan, maka model ditanamkan pada aplikasi android.

Kata Kunci : Transfer Learning, Convolutional Neural Network, Penyakit Singkong

KATA PENGANTAR

Segala puji senantiasa kepada Allah Subhaanahu wa ta'aalaa yang telah memberi iman, kesabaran, kekuatan, serta semua kenikmatan yang telah diberikan kepada penulis selama ini. Karena hanya atas izin serta hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan penelitian skripsi beserta laporan hasil yang berjudul :

“TRANSFER LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA KLASIFIKASI PENYAKIT SINGKONG BERDASARKAN CITRA DAUN”

Banyak dukungan serta bantuan yang didapatkan selama penelitian hingga menyelesaikan penulisan laporan skripsi ini. Dengan rasa hormat, serta banyak terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak terkait yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi dari awal hingga akhir, jazakumullahu khairan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan maupun penelitian ini mengingat karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena hal itu, penulis menerima segala bentuk kritik serta mengharapkan banyak masukan yang membangun dari seluruh pihak dalam penyempurnaan laporan skripsi ini. Inshaa Allah skripsi ini banyak bermanfaat, berkah, dan berguna sehingga mampu memenuhi harapan berbagai pihak.

Surabaya, 19 November 2022

Penulis,

WAHYU FIRMAN SYAHPUTRA

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan izin dan ridho Allah SWT penelitian dan laporan ini berhasil terselesaikan. Penulis tentu menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari dukungan oleh seluruh pihak yang terlibat di dalamnya. Oleh karena itu, dengan segala hormat penulis ucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang membantu dalam penyelesaian skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, khususnya kepada:

1. Orang Tua saya yang telah memberikan dukungan dan materi dalam pengerjaan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Budi Nugroho, S.Kom.M.Kom., selaku koordinator program studi jurusan Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Wahyu SJ Saputra, S.Kom, M.Kom., selaku dosen pembimbing satu yang dengan sabar membimbing, mengarahkan serta memberikan masukan sejak awal penelitian ini berlangsung hingga akhir.
5. Ibu Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom, M.Kom., selaku dosen pembimbing dua yang telah sabar, serta ikhlas meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan dan arahan yang berharga kepada penulis selama pengerjaan skripsi ini.
6. Ibu Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT. dan bapak Hendra Maulana, S.Kom, M.Kom, selaku penguji skripsi penulis yang telah memberikan masukan serta arahan pelajaran yang berharga dalam skripsi ini.
7. Seluruh dosen serta staff jurusan Informatika yang telah memberikan ilmu, arahan, serta pengalaman selama perkuliahan.
8. Mohamad Ilham Prasetya, Alfareza Farisky Santoso, Aditya Putra, Elang Eka, Mohammad Wildany Sihab selaku teman perkuliahan yang selalu membantu penulis dalam kesulitan.

9. Teman-teman Teknik Informatika Angkatan 2018, serta semua pihak yang telah membantu proses pengerjaan skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan berkat dan karunianya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan ataupun naeshat yang bermanfaat bagi penulis. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada penulisan skripsi ini, Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan senang hati dan penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
SURAT PENYATAAN ANTI PLAGIAT	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Penyakit Daun Singkong.....	6
2.3 <i>Artificial intelligence</i>	9
2.4 <i>Machine Learning</i>	11
2.5 <i>Deep Learning</i>	12
2.6 Pengolahan Citra Digital	13
2.7 <i>Artificial Neural Network</i>	14
2.8 <i>Convolutional Neural Network</i>	16
2.8.1 <i>Convolution Layer</i>	17
2.8.2 <i>Activation Function</i>	18
2.8.3 <i>Pooling Layer</i>	20

2.8.4	<i>Batch normalization</i>	22
2.8.5	<i>Dropout Layer</i>	22
2.8.6	<i>Fully Connected Layer</i>	23
2.8.7	<i>Loss Function</i>	24
2.8.8	<i>Optimization Function</i>	25
2.9	<i>Transfer Learning</i>	26
2.10	<i>DenseNet</i>	26
2.11	<i>Python</i>	29
2.12	<i>Keras</i>	29
2.13	<i>Tensorflow</i>	30
2.14	<i>Confusion Matriks</i>	30
2.15	<i>Model Deployment</i>	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		33
3.1	Pengumpulan <i>Dataset</i>	33
3.2	Pembagian <i>Dataset</i>	35
3.3	Tahapan Penelitian	35
3.4	Praproses Data	37
3.5	Augmentasi Data	37
3.6	Perancangan <i>Transfer Learning CNN</i>	38
3.7	Evaluasi Model	40
3.8	<i>Deploy Model</i> ke Aplikasi Android	41
3.9	Skema Pengujian	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Hasil Implementasi Program	43
4.1.1	<i>Import Modul</i>	43
4.1.2	Praproses Data	44
4.1.3	Augmentasi Data	46

4.1.4 Perancangan <i>Transfer Learning</i> CNN	48
4.1.5 Skema Pengujian.....	51
4.1.6 Visualisasi Hasil <i>Training</i> Skema.....	54
4.1.8 Proses Evaluasi Model Algoritma <i>CNN</i>	56
4.1.9 Menyimpan Model Hasil Pembelajaran.....	56
4.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan.....	57
4.2.1 <i>Confusion Matrix</i>	57
4.2.2 Evaluasi Metrik Pengujian	59
4.3 <i>Deployment</i> Model pada Aplikasi Android.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daun singkong sehat	7
Gambar 2.2 Daun Singkong dengan penyakit CMD	7
Gambar 2.3 Daun singkong dengan penyakit CBSD	8
Gambar 2.4 Daun singkong dengan penyakit CBB	8
Gambar 2.5 Daun singkong dengan penyakit CGM	9
Gambar 2.6 <i>Artificial intelligence</i> pada komputer	10
Gambar 2.7 Teknik Pembelajaran mesin (Mitchell, 2006)	12
Gambar 2.8 Ilustrasi arsitektur <i>Deep Learning</i> (Gill, 2020)	13
Gambar 2.9 Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan (Siang, 2004)	15
Gambar 2.10 Arsitektur CNN (Saha Sumit, 2018)	16
Gambar 2.11 Ilustrasi Proses <i>Convolutional Layer</i> (Khan dkk., 2018)	17
Gambar 2.12 Grafik Fungsi <i>ReLU</i> (Nwankpa dkk, 2018)	19
Gambar 2.13 Grafik Fungsi <i>Sigmoid</i> (Nwankpa dkk, 2018)	19
Gambar 2.14 Ilustrasi <i>Pooling</i> (Putra, 2020)	21
Gambar 2.15 Ilustrasi <i>Max Pooling</i> (Putra, 2020)	21
Gambar 2.16 <i>Avarege Pooling</i>	22
Gambar 2.17 Ilustrasi <i>dropout layer</i> (Srivastava dkk, 2014)	23
Gambar 2.18 <i>Fully Connected Layer</i>	24
Gambar 2.19 Arsitektur <i>DenseNet</i>	27
Gambar 2.20 Ilustrasi <i>DenseNet</i> Yang Berisikan 3 Blok	28
Gambar 2.21 Ilustrasi layer <i>DenseNet</i> Yang Berisikan 4 Blok	28
Gambar 2.22 Alur sistem pendeteksi penyakit singkong berbasis android	32
Gambar 3.1 Daun pada singkong berpenyakit CBB	33
Gambar 3.2 Daun pada singkong berpenyakit CBSD	33
Gambar 3.3 Daun pada singkong berpenyakit CGM	34
Gambar 3.4 Daun pada singkong berpenyakit CMD	34
Gambar 3.5 Daun pada singkong sehat	34
Gambar 3.6 Tahapan penelitian	36
Gambar 3.7 Tahapan praproses	37
Gambar 3.8 Tahapan Augmentasi	38
Gambar 3.9 Arsitektur DenseNet121	38

Gambar 3.10 Rancangan Layer Tambahan	39
Gambar 3. 11 Tahapan Evaluasi Model	40
Gambar 3.12 <i>Mock Up</i> Aplikasi Android	41
Gambar 4.1 Contoh Praproses pada daun singkong berpenyakit CBB.....	44
Gambar 4.2 Contoh Praproses pada daun singkong berpenyakit CBSD	45
Gambar 4.3 Contoh Praproses pada daun singkong berpenyakit CGM.....	45
Gambar 4.4 Contoh Praproses pada daun singkong berpenyakit CMD.....	45
Gambar 4.5 Contoh Praproses pada daun singkong sehat	46
Gambar 4.6 Contoh Augmentasi pada daun singkong berpenyakit CBB	46
Gambar 4.7 Contoh Augmentasi pada daun singkong berpenyakit CBSD	47
Gambar 4.8 Contoh Augmentasi pada daun singkong berpenyakit CGM.....	47
Gambar 4.9 Contoh Augmentasi pada daun singkong berpenyakit CMD.....	47
Gambar 4.10 Contoh Augmentasi pada daun singkong sehat.....	48
Gambar 4.11 Detail arsitektur <i>Transfer Learning</i> CNN	50
Gambar 4.12 Jumlah <i>Dataset Training</i> dan <i>Testing</i> Skema I	52
Gambar 4.13 Jumlah <i>Dataset Training</i> dan <i>Testing</i> Skema II.....	52
Gambar 4.14 Jumlah <i>Dataset Training</i> dan <i>Testing</i> Skema III	52
Gambar 4.15 Proses pelatihan model skema.....	53
Gambar 4.16 Grafik pelatihan Skema I.....	54
Gambar 4.17 Grafik pelatihan Skema II	55
Gambar 4.18 Grafik pelatihan Skema III	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Matriks <i>input convolution</i>	18
Tabel 3.1 Pembagian <i>Dataset A, B dan C</i>	35
Tabel 3.2 <i>Confusion matrix</i>	41
Tabel 3.3 Skema Pengujian.....	42