

**IMPLEMENTASI *TRANSFER LEARNING* DENGAN ARSITEKTUR
INCEPTION-V3 PADA KLASIFIKASI CITRA TUTUPAN LAHAN
GAMBUT**

TUGAS AKHIR

Oleh:

AHMAD MAULANA

NIM.1910817210009



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARMASIN
2023**

**IMPLEMENTASI *TRANSFER LEARNING* DENGAN ARSITEKTUR
INCEPTION-V3 PADA KLASIFIKASI CITRA TUTUPAN LAHAN
GAMBUT**

Tugas Akhir

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Sarjana Strata-1 Teknologi Informasi

Oleh:

AHMAD MAULANA

NIM.1910817210009



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARMASIN
2023**

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Maulana
NIM : 1910817210009
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknologi Informasi
Judul Tugas Akhir : Implementasi *Transfer Learning* Dengan Arsitektur
Inception-V3 Pada Klasifikasi Citra Tutupan Lahan
Gambut
Pembimbing Utama : Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar rujukan.

Banjarmasin, 22 Juni 2023



Ahmad Maulana
NIM. 1910817210009

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI INFORMASI
Implementasi *Transfer Learning* dengan *Arsitektur Inception-V3*
pada Klasifikasi Citra Tutupan Lahan Gambut
oleh
Ahmad Maulana (1910817210009)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 4 Juli 2023 dan dinyatakan

LULUS

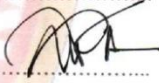
Komite Penguji :

Ketua : Muti'a Maulida, S.Kom., M.T.I.
NIP 198810272019032013

Anggota 1 : Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom.
NIP 199307032019031011

Anggota 2 : Andry Fajar Zulkarnain, S.ST., M.T.
NIP 199007272019031018


Pembimbing Utama : Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom.
NIP 198411202015042002




Banjarbaru,
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknologi Informasi,


Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP 197401071998021001


Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom.
NIP 198411202015042002

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**IMPLEMENTASI *TRANSFER LEARNING* DENGAN ARSITEKTUR
INCEPTION-V3 PADA KLASIFIKASI CITRA TUTUPAN LAHAN GAMBUT**

OLEH:

AHMAD MAULANA

NIM.1910817210009

**Telah diperiksa dan terpenuhi semua persyaratan akademik, administrasi, dan
disetujui untuk dipertahankan di hadapan dewan penguji**

Banjarmasin, 22 Juni 2023

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom.

NIP. 198411202015042002

ABSTRAK

Klasifikasi citra tutupan lahan berdasarkan kerapatan vegetasi, terkhusus pada jenis data citra yang diambil melalui UAV, lebih banyak menggunakan metode *deep learning* berupa CNN dengan pelatihan dari awal, dimana CNN dengan pelatihan dari awal mempunyai kelemahan yaitu memerlukan jumlah data yang besar dan proses pelatihan model yang lama. Berdasarkan masalah tersebut maka diajukan metode dengan menerapkan *transfer learning* dengan arsitektur CNN Inception-V3 untuk mendapatkan akurasi model yang lebih tinggi memanfaatkan dataset yang ada dengan waktu yang lebih cepat. Dataset yang digunakan diambil dari Mendeley Data yang berjumlah 3000 citra tutupan lahan dengan 1000 citra pada masing-masing kelasnya. Dataset dibagi berdasarkan kerapatannya yaitu *bare*, *heavily grazed*, dan *softly grazed*. Penelitian ini membandingkan model CNN *Inception-V3* yang menggunakan *transfer learning* dengan model CNN *Inception-V3* tanpa *transfer learning*. Hasil dari penelitian ini adalah model *Inception-V3* dengan *transfer learning* menghasilkan akurasi yang lebih baik dari pada model *Inception-V3* tanpa *transfer learning*, dengan perbandingan akurasi 95,33% untuk model *Inception-V3* dengan *transfer learning* dan 93,83% untuk model *Inception-V3* tanpa *transfer learning*. Selain itu, waktu pelatihan model *Inception-V3* dengan *transfer learning* juga lebih cepat dari pada model *Inception-V3* tanpa *transfer learning*, yaitu 4 menit 47 detik untuk rata-rata pelatihan 100 *epoch* model *Inception-V3* dengan *transfer learning* dan 10 menit 48 detik untuk rata-rata pelatihan 100 *epoch* model *Inception-V3* tanpa *transfer learning*. Kemudian, pelatihan lanjutan dengan teknik *fine-tuning* pada model *Inception-V3* dengan *transfer learning* mampu meningkatkan akurasi model dari 95,33% menjadi 97,67%.

Kata Kunci: Klasifikasi, tutupan lahan, *Transfer Learning*, CNN, *Inception-V3*

ABSTRACT

Land cover classification of UAV imagery often utilizes deep learning techniques, particularly CNNs. However, CNNs trained from scratch suffer from the drawback of demanding extensive data and lengthy training. To overcome this, transfer learning with the Inception-V3 CNN architecture is proposed to get higher model accuracy utilizing existing datasets with less training. The dataset used is taken from Mendeley Data which amounts to 3000 land cover images with 1000 images in each class. The dataset is divided based on its vegetation density, namely bare, heavily grazed, and softly grazed. This research compares the Inception-V3 CNN model that uses transfer learning with the Inception-V3 CNN model without transfer learning. The result of this research is the Inception-V3 model with transfer learning get better accuracy than the Inception-V3 model without transfer learning, with an accuracy ratio of 95.33% for the Inception-V3 model with transfer learning and 93.83% for the Inception-V3 model without transfer learning. In addition, the training time of the Inception-V3 model with transfer learning is also faster than the Inception-V3 model without transfer learning, which is 4 minutes 47 seconds for the average training of 100 epochs of the Inception-V3 model with transfer learning and 10 minutes 48 seconds for the average training of 100 epochs of the Inception-V3 model without transfer learning. Then, further training with fine-tuning techniques on the Inception-V3 model with transfer learning was able to improve the accuracy of the model from 95.33% to 97.67%.

Keywords: Classification, land cover, Transfer Learning, CNN, Inception-V3

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada:

1. Ibu dan Ayah tercinta yang telah memberikan motivasi, dukungan moral dan materi, dan tidak pernah berhenti mendoakan penulis di setiap langkah hidupnya.
2. Ibu Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom, M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Koordinator Program Studi Teknologi Informasi yang selalu menyempatkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan kepada penulis dari awal sampai akhir penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Seluruh Dosen beserta Staf Program Studi Teknologi Informasi yang turut membantu dan mengarahkan dalam penyelesaian Tugas Akhir.
4. Nor Asiah tercinta yang tidak pernah lelah memberikan segala macam dukungan kepada penulis selama mengerjakan Tugas Akhir.
5. Teman-teman seperjuangan penulis yaitu Aryo Pratama Ginantaka, Gerin Rahardi, Muhammad Arif Billah, Muhammad Ilham Rasyid Ridha, Muhammad Rizky Maulana dan seluruh Angkatan 2019 Program Studi Teknologi Informasi yang memotivasi dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan dan kekuatan serta senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul: “Implementasi *Transfer Learning* Dengan Arsitektur *Inception-V3* Pada Klasifikasi Citra Tutupan Lahan Gambut”. Sholawat serta salam tidak lupa penulis sampaikan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan kedalam zaman yang terang benderang.

Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknologi Informasi di Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Koordinator Program Studi Teknologi Informasi sekaligus Dosen Pembimbing Utama, Ibu Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom. yang selalu meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, dan solusi dalam proses penelitian dari awal hingga akhir penyelesaian Tugas Akhir.
2. Seluruh dosen serta staf Program Studi Teknologi Informasi yang telah mengarahkan dan memberikan motivasi dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.

Akhir kata, penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini. Dengan selesainya Laporan Tugas Akhir ini penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat, baik bagi diri penulis sendiri dan pembaca. Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, sehingga penulis sangat mengharapkan masukan dan menerima kritik ataupun saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Banjarmasin, 22 Juni 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ama', with a horizontal line underneath.

Ahmad Maulana

NIM. 1910817210009

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM.....	i
PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
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 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Pemanfaatan Citra UAV Untuk Klasifikasi Tutupan Lahan Gambut Dengan Metode <i>Convolutional Neural Network</i>	6
2.1.2 <i>The Effect of Batch Size and Epoch on Performance of ShuffleNet-CNN Architecture for Vegetation Density Classification</i>	7
2.1.3 <i>Effect of Feature Engineering Technique for Determining Vegetation Density</i>	8

2.1.4	<i>Implementation of Deep Learning Based Semantic Segmentation Method to Determine Vegetation Density</i>	8
2.1.5	<i>Classification of diabetic retinopathy and normal retinal images using CNN and SVM</i>	9
2.1.6	<i>Detection of Prostate Cancer Using MRI Images Classification with Deep Learning Techniques</i>	10
2.2	Landasan Teori	14
2.2.1	Tutupan Lahan	14
2.2.2	<i>Convolutional Neural Network</i>	16
2.2.3	<i>Transfer learning</i>	18
2.2.4	<i>Inception Network</i>	19
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	24
2.3	Kerangka Pemikiran	24
3.1	Deskripsi Penelitian	25
3.2	Alat dan Bahan	25
3.3	Alur Penelitian	26
3.3.1	Identifikasi Masalah	26
3.3.2	Studi Literatur	27
3.3.3	Pengumpulan Data	27
3.3.4	Klasifikasi dengan <i>Transfer learning Inception-V3</i>	27
3.3.5	Analisis Hasil	33
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1	Prinsip Kerja Program	35
4.2	Data dan Pengolahan	35
4.2.1	Dataset Citra	35
4.2.2	Pembagian Data	36
4.2.3	<i>Preprocessing Data</i>	37

4.2.4	Augmentasi Data	39
4.3	Model Klasifikasi	41
4.3.1	Arsitektur Model	41
4.3.2	<i>Hyperparameter Tuning</i>	43
4.3.3	Skenario Pelatihan Model.....	45
4.3.4	Antarmuka Implementasi Model	46
4.4	Analisis Hasil Akurasi.....	50
4.4.1	Hasil Akurasi Model <i>Inception-V3</i> tanpa <i>Transfer learning</i>	50
4.4.2	Hasil Akurasi Model <i>Inception-V3</i> dengan <i>Transfer learning</i>	60
4.4.3	Hasil Akurasi Model <i>Inception-V3</i> dengan <i>Transfer Learning</i> dan <i>Fine-tuning</i>	69
4.5	Pembahasan	69
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
DAFTAR ISTILAH	79
LAMPIRAN	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terkait	11
Tabel 3. 1 Perangkat keras yang digunakan.....	25
Tabel 3. 2 Perangkat lunak yang digunakan	25
Tabel 3. 3 Tabel <i>confusion matrix</i>	32
Tabel 3. 4 Tabel <i>confusion matrix</i> untuk kasus <i>multiclass</i>	33
Tabel 4. 1 Gambar Tutupan Lahan Berdasarkan Kerapatan Vegetasi.....	36
Tabel 4. 2 Jumlah masing-masing bagian data	37
Tabel 4. 3 Detail Arsitektur Model	43
Tabel 4. 4 Detail <i>hyperparameter</i>	45
Tabel 4. 5 Hasil Akurasi, <i>Loss</i> , dan <i>Time Model No Transfer Learning</i> SGD: 0,1	51
Tabel 4. 6 Hasil Akurasi, <i>Loss</i> , dan <i>Time Model No Transfer Learning</i> SGD: 0,01	52
Tabel 4. 7 Hasil Akurasi, <i>Loss</i> , dan <i>Time Model No Transfer Learning</i> SGD: 0,001	54
Tabel 4. 8 Hasil Akurasi, <i>Loss</i> , dan <i>Time Model No Transfer Learning</i> Adam: 0,01	55
Tabel 4. 9 Hasil Akurasi, <i>Loss</i> , dan <i>Time Model No Transfer Learning</i> Adam: 0,001	56
Tabel 4. 10 Hasil Akurasi, <i>Loss</i> , dan <i>Time Model No Transfer Learning</i> Adam: 0,0001	58
Tabel 4. 11 Hasil <i>Confusion matrix</i> Model Inception-V3 tanpa Transfer Learning.....	59
Tabel 4. 12 Hasil Akurasi, <i>Loss</i> , dan <i>Time Model Transfer Learning</i> SGD: 0,1	61
Tabel 4. 13 Hasil Akurasi, <i>Loss</i> , dan <i>Time Model Transfer Learning</i> SGD: 0,01	62
Tabel 4. 14 Hasil Akurasi, <i>Loss</i> , dan <i>Time Model Transfer Learning</i> SGD: 0,001	64
Tabel 4. 15 Hasil Akurasi, <i>Loss</i> , dan <i>Time Model Transfer Learning</i> Adam: 0,01	65

Tabel 4. 16 Hasil Akurasi, <i>Loss</i> , dan <i>Time</i> Model <i>Transfer Learning</i> Adam: 0,001	66
Tabel 4. 17 Hasil Akurasi, <i>Loss</i> , dan <i>Time</i> Model <i>Transfer Learning</i> Adam: 0,0001	68
Tabel 4. 18 Hasil <i>Confusion matrix</i> Model <i>Inception-V3</i> dengan <i>Transfer Learning</i>	68
Tabel 4. 19 Hasil <i>Confusion matrix</i> Model <i>Inception-V3</i> <i>Transfer Learning</i> dan Fine-tuning.....	69
Tabel 4. 20 Hasil Hyperparameter Tuning Model <i>Inception-V3</i>	70
Tabel 4. 21 Perbandingan Hasil Pengujian Model <i>Inception-V3</i>	70
Tabel 4. 22 Perbandingan Hasil Akurasi Model dengan Penelitian Sebelumnya.	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Tutupan Lahan Kelas <i>Bare</i>	15
Gambar 2. 2 Contoh Tutupan Lahan Kelas <i>Heavily Grazed</i>	15
Gambar 2. 3 Contoh Tutupan Lahan Kelas <i>Softly Grazed</i>	16
Gambar 2. 4 Arsitektur Inception-V1	21
Gambar 2. 5 Arsitektur Inception-V2 dan <i>Inception-V3</i>	22
Gambar 2. 6 Arsitektur Inception-V4 dan Inception-Resnet2	23
Gambar 2. 7 Kerangka pemikiran	24
Gambar 3. 1 Alur penelitian.....	26
Gambar 3. 2 Ilustrasi proses klasifikasi <i>transfer learning Inception-V3</i>	28
Gambar 3. 3 Alur pembuatan model klasifikasi <i>transfer learning Inception-V3</i> .	29
Gambar 4. 1 Perubahan ukuran citra.....	38
Gambar 4. 3 Normalisasi nilai piksel citra.....	38
Gambar 4. 2 Augmentasi citra	41
Gambar 4. 4 Halaman Awal Antarmuka Model Klasifikasi	47
Gambar 4. 5 Antarmuka Pemilihan Citra Masukan	47
Gambar 4. 6 Antarmuka Penampilan Citra Masukan	48
Gambar 4. 7 Antarmuka Model yang Sedang Bekerja	48
Gambar 4. 8 Antarmuka Hasil Klasifikasi Model.....	49
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Model <i>No Transfer Learning</i> SGD 0,1. (a) Grafik Akurasi. (b) Grafik Nilai <i>Loss</i>	50
Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Model <i>No Transfer Learning</i> SGD: 0,01. (a) Grafik Akurasi. (b) Grafik Nilai <i>Loss</i>	52
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Model <i>No Transfer Learning</i> SGD: 0,001. (a) Grafik Akurasi. (b) Grafik Nilai <i>Loss</i>	53
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Model <i>No Transfer Learning</i> Adam: 0,01. (a) Grafik Akurasi. (b) Grafik Nilai <i>Loss</i>	54
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Model <i>No Transfer Learning</i> Adam: 0,001. (a) Grafik Akurasi. (b) Grafik Nilai <i>Loss</i>	56
Gambar 4. 14 Hasil Pengujian Model <i>No Transfer Learning</i> Adam:0,0001. (a) Grafik Akurasi. (b) Grafik Nilai <i>Loss</i>	57

Gambar 4. 15 Hasil Pengujian Model <i>Transfer Learning</i> SGD: 0,1.	
(a) Grafik Akurasi. (b) Grafik Nilai <i>Loss</i>	60
Gambar 4. 16 Hasil Pengujian Model <i>Transfer Learning</i> SGD: 0,01.	
(a) Grafik Akurasi. (b) Grafik Nilai <i>Loss</i>	62
Gambar 4. 17 Hasil Pengujian Model <i>Transfer Learning</i> SGD: 0,001.	
(a) Grafik Akurasi. (b) Grafik Nilai <i>Loss</i>	63
Gambar 4. 18 Hasil Pengujian Model <i>Transfer Learning</i> Adam: 0,01.	
(a) Grafik Akurasi. (b) Grafik Nilai <i>Loss</i>	64
Gambar 4. 19 Hasil Pengujian Model <i>Transfer Learning</i> Adam: 0,001.	
(a) Grafik Akurasi. (b) Grafik Nilai <i>Loss</i>	66
Gambar 4. 20 Hasil Pengujian Model <i>Transfer Learning</i> Adam: 0,0001.	
(a) Grafik Akurasi. (b) Grafik Nilai <i>Loss</i>	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pernyataan Kesiediaan Calon Pembimbing.....	81
Lampiran 2. Lembar Konsultasi.....	82
Lampiran 3. Kode Program Pelatihan Model	83
Lampiran 4. Kode Program Antarmuka Implementasi Model.....	87