

**KLASIFIKASI VEGETASI PADA TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN
METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* DENGAN
ARSITEKTUR *INCEPTION-V4* DAN *DATA AUGMENTATION***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Sarjana Strata-1 Teknologi Informasi

Oleh:

PUTRI RIDHA AMALIA

NIM. 2010817120007



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

BANJARMASIN

2024

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Ridha Amalia
NIM : 2010817120007
Fakultas : Teknik
Prodi : Teknologi Informasi
Judul Skripsi : Klasifikasi Vegetasi pada Tutupan Lahan menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* dengan Arsitektur *Inception-V4* dan *Data Augmentation*
Pembimbing Utama : Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom.
Pembimbing Pendamping : Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi 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 tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar rujukan.

Banjarmasin, Januari 2024



Putri Ridha Amalia

NIM. 2010817120007

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI INFORMASI

Klasifikasi Vegetasi pada Tutupan Lahan menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* dengan Arsitektur *Inception-V4* dan *Data Augmentation*

Oleh

Putri Ridha Amalia (2010817120007)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 12 Januari 2024 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

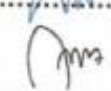
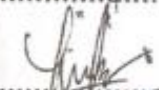
Ketua : Muti'a Maulida, S.Kom., M.T.I.
NIP. 198810272019032013

Anggota 1 : Nurul Fathanah Mustamin, S.Pd., M.T.
NIP. 199110252019032018

Anggota 2 : Muhammad Fajrian Noor, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199611092023211009

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

Pembimbing
Pendamping : Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199307032019031011



Banjarbaru, 12 JAN 2024

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,



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

Koordinator Program Studi
S-1 Teknologi Informasi,



Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199307032019031011

LEMBAR PERSETUJUAN

KLASIFIKASI VEGETASI PADA TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN METODE
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR *INCEPTION-V4* DAN
DATA AUGMENTATION

OLEH
PUTRI RIDHA AMALIA
NIM.2010817120007

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

Banjarmasin, 18 Desember 2023

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing pendamping,



Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199307032019031011

ABSTRAK

Tutupan lahan merupakan kenampakan material fisik di permukaan bumi yang terdiri dari area bervegetasi dan tidak bervegetasi. Pemantauan atau analisis vegetasi sangat penting dalam konservasi sumber daya alam dan pengelolaan lingkungan. Analisis vegetasi dapat dilakukan dengan cara melakukan klasifikasi vegetasi. Metode yang telah banyak digunakan dalam klasifikasi citra vegetasi adalah CNN, namun CNN memiliki kelemahan yaitu memerlukan jumlah data yang besar untuk proses pelatihan. Berdasarkan masalah tersebut maka penelitian ini mengajukan metode CNN dengan menerapkan *data augmentation* dalam melakukan klasifikasi vegetasi pada tutupan lahan. Penelitian ini akan menggunakan arsitektur *Inception-V4* pada metode CNN. Dataset yang digunakan diambil dari Mendeley data yang berjumlah 3000 citra vegetasi yang terdiri dari 3 kelas yaitu *bare*, sedang, dan tinggi, dengan masing-masing kelas berjumlah 1000 citra. Hasil dari penelitian ini adalah CNN dengan arsitektur *Inception-V4* dan *data augmentation* menghasilkan *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score* sebesar 97%, 96.97%, 97.18%, dan 97.03%. Sedangkan CNN dengan arsitektur *Inception-V4* tanpa *data augmentation* menghasilkan *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score* sebesar 90.33%, 91.03%, 90.35%, dan 90.48%. Hasil tersebut membuktikan bahwa performa CNN dengan arsitektur *Inception-V4* dan *data augmentation* lebih baik dibandingkan CNN dengan arsitektur *Inception-V4* tanpa *data augmentation*, dengan peningkatan *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score* secara berturut-turut sebesar 6.67%, 5.94%, 6.83%, 6.55%.

Kata Kunci: Klasifikasi, Vegetasi, CNN, *Inception-V4*, *Data Augmentation*

ABSTRACT

Land cover is the physical material appearance on the earth's surface which consists of vegetated and non-vegetated areas. Monitoring or analyzing vegetation is very important in natural resource conservation and environmental management. Vegetation analysis can be done by classifying vegetation. The method that has been widely used in vegetation image classification is CNN, but CNN has the weakness of requiring a large amount of data for the training process. Based on this problem, this research proposes a CNN method by applying data augmentation to classify vegetation on land cover. This research will use the Inception-V4 architecture in the CNN method. The dataset used was taken from Mendeley data, totaling 3000 vegetation images consisting of 3 classes, namely bare, medium and high, with each class consisting of 1000 images. The results of this research are that CNN with Inception-V4 architecture and data augmentation produces accuracy, precision, recall and f1-score of 97%, 96.97%, 97.18% and 97.03%. Meanwhile, CNN with Inception-V4 architecture without data augmentation produces accuracy, precision, recall and f1-score of 90.33%, 91.03%, 90.35% and 90.48%. These results prove that the performance of CNN with Inception-V4 architecture and data augmentation is better than CNN with Inception-V4 architecture without data augmentation, with increases in accuracy, precision, recall, and f1-score of 6.67%, 5.94%, respectively. 6.83%, 6.55%.

Keywords: Classification, Vegetation, CNN, Inception-V4, Data Augmentation

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Ibu, Ayah dan Kakak tercinta yang selalu menjadi penyemangat penulis, sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia, yang tiada hentinya selalu memberikan kasih sayang dan do'a, dengan penuh keikhlasan yang tak terhingga kepada penulis. Dan selalu memberikan semangat serta dukungan secara moral dan materi dalam keberlangsungan penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Dr.Ir. Yuslena Sari S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Andreyan Rizky Baskara S.Kom., M.Kom., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Informasi dan sekaligus Dosen Pembimbing Pendamping yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan dan dukungan kepada saya dengan penuh kesabaran agar skripsi ini dapat cepat terselesaikan.
3. Seluruh Dosen beserta Staf Administrasi Program Studi Teknologi Informasi yang turut mengarahkan dan membantu selama menyelesaikan skripsi.
4. Firda Aulia dan Aurelia Monica Sari sebagai teman seperjuangan dan sahabat yang telah membantu serta memberikan motivasi, dukungan, kritik, dan saran selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
5. Seluruh teman-teman Angkatan 2020 Program Studi Teknologi Informasi serta kakak tingkat lainnya yang pernah membantu serta memberi semangat selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
6. Diri sendiri, karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih telah berusaha keras dan tidak pernah menyerah dalam proses penyusunan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur tiada hentinya penulis panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan junjungannya Nabi Besar Muhammad Shallallahu 'Alaihi wa Sallam, yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Klasifikasi Vegetasi pada Tutupan Lahan menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* dengan Arsitektur *Inception-V4* dan *Data Augmentation*”. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar - besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, saran, serta dorongan yang membuat penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan sebaik-baiknya, terutama kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang sudah memberikan nikmat hidup, nikmat sehat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik karena tidak lepas dari pertolongan-Nya dan kehendak-Nya atas ikhtiar yang sudah penulis usahakan dan perjuangkan.
2. Orang tua paling berharga bagi hidup penulis yang selalu memberikan cinta kasih yang luar biasa. Ibu tercinta, wanita terhebat yang selalu memberikan dukungan dalam segala bentuk, memberikan motivasi, do'a, memahami, serta selalu memberikan tempat untuk bersandar dan pulang. Ayah tercinta, yang juga selalu mendukung, memberikan perhatian, selalu berjuang, dan memberikan sebaik-baiknya apa yang penulis butuhkan.
3. Ibu Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom. dan Bapak Andreyan Rizky Baskara S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, arah, meluangkan waktu dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknologi informasi yang telah membantu penulis dalam segala hal selama penulis berkuliah di Program Studi ini.
5. Firda Aulia dan Aurelia Monica Sari selaku teman seperjuangan dan sahabat yang selalu menghibur, membantu, dan memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut andil dalam membantu menyelesaikan penyusunan laporan skripsi ini. Penyusunan laporan skripsi telah disusun dengan optimal, berkat bantuan banyak pihak, tetapi masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis siap menerima saran serta kritikan yang membangun dari semua pihak agar laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat, terutama kepada para pembaca.

Banjarmasin, Januari 2024



Putri Ridha Amalia

NIM. 201081712007

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xix
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 Penelitian Terkait.....	6
2.1.1 <i>Reconstructed Phase Space Portraits for Detecting Brain Diseases using Deep Learning</i>	6

2.1.3	<i>Real-Time Violent Action Recognition using Key Frames Extraction and Deep Learning</i>	7
2.1.4	Klasifikasi Alat Musik Tradisional Papua menggunakan Metode <i>Transfer Learning</i> dan Data Augmentasi	8
2.1.5	Implementasi <i>Image Classification</i> pada Batik Motif Bali dengan <i>Data Augmentation</i> dan <i>Convolutional Neural Network</i>	9
2.1.6	Optimasi <i>Convolutional Neural Network NASNetLarge</i> menggunakan Augmentasi Data untuk Klasifikasi Citra Penyakit Daun Padi.....	9
2.1.7	<i>Implementation of Deep Learning Based Semantic Segmentation Method to Determine Vegetation Density</i>	10
2.2	Landasan Teori	14
2.2.1	Tutupan Lahan.....	14
2.2.2	Vegetasi	14
2.2.3	<i>Data Augmentation</i>	14
2.2.4	Klasifikasi Citra.....	17
2.2.5	<i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	17
2.2.6	Arsitektur <i>Inception-V4</i>	22
2.2.7	Uji Performa.....	26
2.3	Kerangka Pemikiran.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		30
3.1	Alat dan Bahan Penelitian	30
3.1.1	Alat Penelitian	30
3.1.2	Bahan Penelitian.....	30
3.2	Alur Penelitian.....	31
3.2.1	Identifikasi Masalah	31
3.2.2	Studi Literatur	32
3.2.3	Pengumpulan Data	32

3.2.4	Implementasi Metode CNN dengan Arsitektur <i>Inception-V4</i>	32
3.2.5	Implementasi Sistem	36
3.2.6	Analisis Hasil	36
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1	Pengumpulan Data	37
4.2	Implementasi Metode CNN dengan Arsitektur <i>Inception-V4</i>	38
4.2.1	Dataset Citra.....	38
4.2.2	<i>Pre-Processing</i>	39
4.2.3	Pembagian Data.....	40
4.2.4	<i>Data Augmentation</i>	41
4.2.5	Membangun Model	45
4.3	Implementasi Sistem	48
4.3.1	<i>Prototype</i>	48
4.3.2	Antarmuka Sistem.....	50
4.4	Analisis Hasil	52
4.4.1	Hasil Akurasi Berdasarkan Indikator	52
4.4.2	Hasil Akurasi CNN dengan arsitektur <i>Inception-V4</i> tanpa menggunakan <i>Data Augmentation</i>	54
4.4.3	Hasil Akurasi CNN dengan arsitektur <i>Inception-V4</i> menggunakan <i>Data Augmentation</i>	56
4.5	Pembahasan.....	71
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	76
5.1	Kesimpulan.....	76
5.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan penelitian terkait	11
Tabel 3.1 Alat penelitan.....	30
Tabel 3.2 Pengujian menggunakan Confusion Matrix	35
Tabel 4.1 Contoh citra masing-masing kelas	38
Tabel 4.2 Jumlah masing-masing bagian data.....	40
Tabel 4.3 Detail teknik dan nilai data augmentation [29]	41
Tabel 4.4 Contoh citra hasil data augmentation	44
Tabel 4.5 Detail arsitektur Inception-V4.....	46
Tabel 4.6 Detail nilai default hyperparameter	47
Tabel 4. 7 Perbandingan pembagian data.....	52
Tabel 4. 8 Perbandingan batch size	53
Tabel 4. 9 Perbandingan learning rate	53
Tabel 4. 10 Perbandingan epoch	54
Tabel 4.11 Hasil training model Inception-V4 tanpa data augmentation.....	54
Tabel 4.12 Hasil confusion matrix model Inception-V4 tanpa data augmentation.....	55
Tabel 4.13 Hasil pengujian model Inception-V4 tanpa data augmentation	55
Tabel 4.14 Hasil training model Inception-V4 dengan data augmentation rotation	56
Tabel 4.15 Hasil confusion matrix model Inception-V4 dengan data augmentation rotation	56
Tabel 4.16 Hasil pengujian model Inception-V4 dengan data augmentation rotation	57
Tabel 4.17 Perbandingan hasil pengujian data augmentation rotation dengan tanpa data augmentation	57
Tabel 4.18 Hasil training model Inception-V4 dengan data augmentation horizontal flip	58

Tabel 4.19 Hasil confusion matrix model Inception-V4 dengan data augmentation horizontal flip.....	58
Tabel 4.20 Hasil pengujian model Inception-V4 dengan data augmentation horizontal flip.....	59
Tabel 4.21 Perbandingan hasil pengujian data augmentation horizontal flip dengan tanpa data augmentation.....	59
Tabel 4.22 Hasil training model Inception-V4 dengan data augmentation vertical flip	60
Tabel 4.23 Hasil confusion matrix model Inception-V4 dengan data augmentation vertical flip	60
Tabel 4.24 Hasil pengujian model Inception-V4 dengan data augmentation vertical flip.....	61
Tabel 4.25 Perbandingan hasil pengujian data augmentation vertical flip dengan tanpa data augmentation.....	61
Tabel 4.26 Hasil training model Inception-V4 dengan data augmentation width shift	61
Tabel 4.27 Hasil confusion matrix model Inception-V4 dengan data augmentation width shift.....	62
Tabel 4.28 Hasil pengujian model Inception-V4 dengan data augmentation width shift.....	62
Tabel 4.29 Perbandingan hasil pengujian data augmentation width shift dengan tanpa data augmentation.....	63
Tabel 4.30 Hasil pelatihan model Inception-V4 dengan data augmentation height shift.....	63
Tabel 4.31 Hasil confusion matrix model Inception-V4 dengan data augmentation height shift.....	64
Tabel 4.32 Hasil pengujian model Inception-V4 dengan data augmentation height shift.....	64
Tabel 4.33 Perbandingan hasil pengujian data augmentation height shift dengan tanpa data augmentation.....	65
Tabel 4.34 Hasil training model Inception-V4 dengan data augmentation shear .	65

Tabel 4.35 Hasil confusion matrix model Inception-V4 dengan data augmentation shear	66
Tabel 4.36 Hasil pengujian model Inception-V4 dengan data augmentation shear	66
Tabel 4.37 Perbandingan hasil pengujian data augmentation shear dengan tanpa data augmentation	67
Tabel 4.38 Hasil training model Inception-V4 dengan data augmentation zoom. 67	
Tabel 4.39 Hasil confusion matrix model Inception-V4 dengan data augmentation zoom.....	68
Tabel 4.40 Hasil pengujian model Inception-V4 dengan data augmentation zoom	68
Tabel 4.41 Perbandingan hasil pengujian data augmentation zoom dengan tanpa data augmentation	69
Tabel 4.42 Hasil training model Inception-V4 dengan semua kombinasi data augmentation.....	69
Tabel 4.43 Hasil confusion matrix model Inception-V4 dengan semua kombinasi data augmentation	70
Tabel 4.44 Hasil pengujian model Inception-V4 dengan semua kombinasi data augmentation.....	70
Tabel 4.45 Perbandingan hasil pengujian semua kombinasi data augmentation dengan tanpa data augmentation	71
Tabel 4.46 Perbandingan hasil pengujian.....	71
Tabel 4.47 Perbandingan kelas sedang dan tinggi	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Output dari Data Augmentation dengan Rotation	15
Gambar 2.2 Output dari Data Augmentation dengan Flip	15
Gambar 2.3 Output dari Data Augmentation dengan Shift	16
Gambar 2.4 Output dari Data Augmentation dengan Zoom	16
Gambar 2.5 Output dari <i>Data Augmentation</i> dengan <i>Shear</i>	17
Gambar 2.6 Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN).....	17
Gambar 2.7 Contoh Operasi Konvolusi.....	18
Gambar 2.8 Operasi Max Pooling dan Average Pooling [49].....	20
Gambar 2.9 Struktur Fully Connected Layer.....	21
Gambar 2.10 Arsitektur Inception-V4.....	23
Gambar 2.11 Skema Stem Block	24
Gambar 2.12 Skema Inception Block A, B, dan C.....	25
Gambar 2.13 Skema Reduction Block A dan B	26
Gambar 2.14 Confusion Matrix	26
Gambar 2.15 Kerangka pemikiran	29
Gambar 3.1 Alur penelitian	31
Gambar 3.2 Tahapan proses implementasi model arsitektur.....	33
Gambar 3.3 Arsitektur Inception-V4.....	35
Gambar 4.1 Data Vegetasi dari Website Mendeley Data	37
Gambar 4.2 Data di google drive	39
Gambar 4.3 Menghubungkan Google Colab dengan Google Drive	39
Gambar 4.4 Preprocessing	40
Gambar 4.5 Pembagian data training dan testing.....	41
Gambar 4.6 Data augmentation.....	43
Gambar 4.7 Mengaktifkan CMD	49
Gambar 4.8 Menuju folder prototype.....	49
Gambar 4.9 Mengaktifkan streamlit	49
Gambar 4.10 Tampilan halaman awal sistem klasifikasi vegetasi	50
Gambar 4.11 Tampilan pemilihan citra masukan.....	50

Gambar 4.12 Tampilan penampilan citra masukan	51
Gambar 4.13 Tampilan proses klasifikasi	51
Gambar 4.14 Tampilan hasil klasifikasi	52
Gambar 4.15 Contoh citra miss classification dari kelas sedang ke kelas bare	74
Gambar 4.16 Contoh citra miss classification dari kelas sedang ke kelas tinggi..	74
Gambar 4.17 Contoh citra miss classification dari kelas tinggi ke kelas sedang..	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode program implementasi CNN dengan arsitektur Inception-V4 dan Data Augmentation.....	85
Lampiran 2. Kode program antarmuka sistem.....	93
Lampiran 3. Lembar Konsultasi.....	94