

SKRIPSI

**KLASIFIKASI SINYAL AKUSTIK DAN CITRA DIGITAL
UNTUK DETEKSI UAV MENGGUNAKAN *NEURAL
NETWORK***

***ACOUSTICS SIGNAL AND DIGITAL IMAGE CLASSIFIER FOR
UAV DETECTION USING NEURAL NETWORK***



HANIN LATIF FUADI

18107008

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2022

**KLASIFIKASI SINYAL AKUSTIK DAN CITRA DIGITAL
UNTUK DETEKSI UAV MENGGUNAKAN NEURAL
NETWORK**

***ACOUSTICS SIGNAL AND DIGITAL IMAGE CLASSIFIER FOR
UAV DETECTION USING NEURAL NETWORK***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto
2022**

Disusun Oleh

**HANIN LATIF FUADI
18107008**

**DOSEN PEMBIMBING
Risa Farrid Christianti, S.T., M.T.
Mas Aly Afandi, S.ST., M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

**KLASIFIKASI SINYAL AKUSTIK DAN CITRA DIGITAL
UNTUK DETEKSI UAV MENGGUNAKAN *NEURAL
NETWORK***

***ACOUSTICS SIGNAL AND DIGITAL IMAGE CLASSIFIER FOR
UAV DETECTION USING NEURAL NETWORK***

Disusun Oleh

HANIN LATIF FUADI

18107008

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada 23 Agustus 2022

Susunan Tim Penguji

Pembimbing 1 : Risa Farrid Christianti, S.T., M.T.
NIDN. 0604027802

Pembimbing 2 : Mas Aly Afandi, S.ST., M.T.
NIDN. 0617059302


Penguji 1 : Herryawan Pujiharsono, S.T., M.Eng.
NIDN. 0617068801

Penguji 2 : Danny Kurnianto, S.T., M.Eng.
NIDN. 0619048201

()

()

() 21/8

() 26-08-2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro
Institut Teknologi Telkom Purwokerto



Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T.
NIDN. 4012078103

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **HANIN LATIF FUADI**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“KLASIFIKASI SINYAL AKUSTIK DAN CITRA DIGITAL UNTUK DETEKSI UAV MENGGUNAKAN *NEURAL NETWORK*”** adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan keculi melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung resiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya.

Purwokerto, 8 Agustus 2022

Yang menyatakan,



(Hanin Latif Fuadi)

PRAKATA

Puji dan syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih dan Karunia-Nya peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“KLASIFIKASI SINYAL AKUSTIK DAN CITRA DIGITAL UNTUK DETEKSI UAV MENGGUNAKAN *NEURAL NETWORK*”**.

Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu peneliti dalam berbagai hal. Oleh karena itu, peneliti sampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kemudahan dalam penyusunan skripsi ini sehingga peneliti dapat menyelesaikannya.
2. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah banyak memberikan doa dan dukungan kepada peneliti secara moril maupun materiil hingga skripsi ini dapat selesai.
3. Ibu Risa Farrid Christiani, S.T., M.T. selaku pembimbing I.
4. Bapak Mas Aly Afandi, S.ST., M.T. selaku pembimbing II
5. Bapak Dr. Arfianto Fahmi, S.T., M.T. IPM selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
6. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
7. Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T. selaku Kaprodi S1 Teknik Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
8. Bapak Jaenal Arifin, S.T., M.Eng. selaku dosen wali kelas S1TE-02-A.
9. Seluruh dosen, staff dan karyawan Program Studi S1 Teknik Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
10. Seluruh teman-teman kelas S1TE 02-A yang telah memberi semangat dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
11. Seluruh teman-teman Himpunan Mahasiswa S1 Teknik Elektro (HMTE) yang telah memberi dukungan dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

12. Sahabat dan rekan seperjuangan yang tiada henti memberi dukungan dan motivasi kepada peneliti.
13. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa peneliti sebutkan namanya.

Dalam penyusunan skripsi ini, peneliti menyadari masih banyak kekurangan dalam penyajian tulisan ini. Untuk itu, saran dan kritik pembaca sangat dibutuhkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Peneliti berharap semoga skripsi ini memiliki manfaat dan dapat menambah wawasan bagi para pembaca.

Purwokerto, 8 Agustus 2022

ABSTRAK

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) merupakan teknologi mesin terbang yang memungkinkan dapat beroperasi tanpa kendali manusia di dalamnya. Namun teknologi ini menimbulkan ancaman terhadap keamanan publik maupun pribadi seperti di area terlarang atau area dengan keamanan tinggi.. Maka dari itu, teknologi *anti-drone* sangat dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dengan adanya algoritma *Deep Learning*, sebuah sistem *anti-drone* dapat mendeteksi UAV berdasarkan data citra/gambar maupun data akustik/suara. Dengan menerapkan metode MFCC sebagai ekstraksi fitur suara dan *Transfer Learning* sebagai ekstraksi fitur gambar. Maka sebuah model *Deep Learning* berbasis *Artificial Neural Network* dapat mengklasifikasi data berdasarkan 3 kategori yaitu “Drone”, “Helicopter” dan “Thunderstorm”. Penelitian ini menggunakan 3703 data akustik dan 1539 data citra dengan masing-masing jenis dibagi menjadi data latih dan data validasi. Pada proses pelatihan data akustik maupun data citra, model mampu mencapai akurasi 98%. Hasil pengujian klasifikasi data akustik, akurasi yang dicapai hanya mencapai 75%, sedangkan pengujian klasifikasi data citra mencapai akurasi 98%. Sementara itu, pengujian penggabungan model untuk memprediksi data akustik dan data citra mampu menghasilkan akurasi 93%.

Kata Kunci: UAV, Klasifikasi, MFCC, *Artificial Neural Network*, *Transfer Learning*.

ABSTRACT

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) is a flying machine technology that can be operated without human control in it. However, this technology poses a threat to public and private security such as in restricted areas or areas with high security. Therefore, anti-drone technology is urgently needed to overcome these problems. With the Deep Learning algorithm, an anti-drone system can detect UAVs based on image data and acoustic/sound data. By applying the MFCC method as sound feature extraction and Transfer Learning as image feature extraction. So a Deep Learning model based on Artificial Neural Network can classify data, based on 3 categories, namely "Drone", "Helicopter" and "Thunderstorm". This research uses 3703 acoustic data and 1539 image data with each type divided into training data and validation data. In the process of training acoustic data and image data, the model is able to achieve 98% accuracy. The results of the acoustic data classification test showed that the accuracy achieved was only 75%, while the image data classification test achieved an accuracy of above 98%. Meanwhile, the test of Combined Models to predict acoustic data and image data is able to produce an accuracy of 93%.

Keywords: *UAV, Classification, MFCC, Artificial Neural Network, Transfer Learning.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 BATASAN MASALAH	3
1.4 TUJUAN	3
1.5 MANFAAT	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB 2 DASAR TEORI.....	5
2.1 KAJIAN PUSTAKA	5
2.2 DASAR TEORI.....	7
2.2.1 <i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i>	7
2.2.2 Teknologi <i>Anti-Drone</i>	8
2.2.3 <i>Mel-Frequency Cepstrum Coefficient (MFCC)</i>	9
2.2.4 <i>Neural Network</i>	11
2.2.5 Metrics, <i>Loss Function</i> dan Optimizer.....	13
2.2.6 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	14
2.2.7 <i>Transfer Learning</i>	15
2.2.8 <i>Dataset</i>	16
2.2.9 <i>Classification Evaluation Metrics</i>	17
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	19
3.1 ALUR PENELITIAN.....	20
3.2 ALAT YANG DIGUNAKAN	21

3.2.1	Perangkat Keras	21
3.2.2	Perangkat Lunak.....	21
3.3	PENGUMPULAN DATASET.....	22
3.4	BLOK DIAGRAM PERANCANGAN MODEL.....	22
3.4.1	Model Training Data Akustik	23
3.4.2	Model Training Data Citra.....	25
3.5	METODE PENGUJIAN	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		28
4.1	PROSES PENGOLAHAN DATASET.....	28
4.1.1	Ekstraksi Fitur Dataset Akustik	28
4.1.2	Ekstraksi Fitur Dataset Citra	31
4.2	HASIL PELATIHAN MODEL KLASIFIKASI DATA AKUSTIK	33
4.2.1	Hasil <i>Training</i> Model Klasifikasi Data Akustik	33
4.2.2	Evaluasi Model Klasifikasi Data Akustik	36
4.3	HASIL PELATIHAN MODEL KLASIFIKASI DATA CITRA.....	39
4.3.1	<i>Training</i> Model Klasifikasi Data Citra	39
4.3.2	Evaluasi Model Klasifikasi Data Citra.....	41
4.4	PENGUJIAN MODEL MEMREDIKSI DATA BARU	44
4.4.1	Pengujian Prediksi Model Klasifikasi Data Akustik.....	44
4.4.2	Pengujian Prediksi Model Klasifikasi Data Citra	45
4.4.3	Pengujian Prediksi Penggabungan Model Akustik dan Citra	46
BAB 5 PENUTUP.....		49
5.1	KESIMPULAN	49
5.2	SARAN	49
DAFTAR PUSTAKA.....		51
<i>Lampiran 1</i>	: Hasil <i>Training</i> Klasifikasi Data Suara	54
<i>Lampiran 2</i>	: Hasil Training Model Klasifikasi Data Citra	59
<i>Lampiran 3</i>	: Hasil Prediksi Data Baru Akustik	64
<i>Lampiran 4</i>	: Hasil Prediksi Data Baru Citra	66
<i>Lampiran 5</i>	: Hasil Prediksi Klasifikasi Gabungan.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i>	8
Gambar 2.2 Peta <i>GeoFencing</i>	8
Gambar 2.3 <i>Radar Anti-Drone</i>	9
Gambar 2.4 Proses Ekstraksi Fitur MFCC	10
Gambar 2.5 Perbandingan Machine Learning dan Deep Learning	11
Gambar 2.6 Hubungan Antar Neuron	12
Gambar 2.7 Struktur Layer Neural Network.....	13
Gambar 2.8 Arsitektur VGG16	15
Gambar 2.9 Proses <i>Transfer Learning</i>	16
Gambar 2.10 Pembagian Dataset	17
Gambar 2.11 Tabel <i>Confusion Matrix</i>	18
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	20
Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Model Klasifikasi.....	23
Gambar 3.3 Perancangan Sistem Klasifikasi Data Suara/Akustik.....	23
Gambar 3.4 Perancangan Sistem Klasifikasi Data Citra.....	25
Gambar 3.5 <i>Confusion Matrix</i> Pengujian Pertama	26
Gambar 3.6 Skenario Pengujian Kedua	27
Gambar 4.1 Ekstraksi <i>Mel Spectrogram</i> dan MFCC Suara Drone	28
Gambar 4.2 Ekstraksi <i>Mel Spectrogram</i> dan MFCC Suara Helicopter	29
Gambar 4.3 Ekstraksi <i>Mel Spectrogram</i> dan MFCC Suara Thunderstorm	30
Gambar 4.4 Augmentasi Data Citra	31
Gambar 4.5 Keluaran 5 Filter Konvolusi Pertama <i>Layer</i> “block1_conv1”	32
Gambar 4.6 Keluaran 5 Filter Konvolusi Pertama <i>Layer</i> “block1_pool”	32
Gambar 4.7 Grafik Akurasi <i>Training</i> dan <i>Validation</i> Model Data Akustik	33
Gambar 4.8 Grafik <i>Loss Training</i> dan <i>Validation</i> Model Data Akustik.....	34
Gambar 4.9 <i>Confusion Matrix</i> Model Klasifikasi Data Akustik	36
Gambar 4.10 Grafik Akurasi <i>Training</i> dan <i>Validation</i> Model Data Citra	39
Gambar 4.11 Grafik <i>Loss Training</i> dan <i>Validation</i> Model Data Citra	40
Gambar 4.12 <i>Confusion Matrix</i> Model Klasifikasi Data Citra	41
Gambar 4.13 <i>Confusion Matrix</i> Prediksi Data Akustik Baru	44
Gambar 4.14 <i>Confusion Matrix</i> Prediksi Data Citra Baru	45
Gambar 4.15 <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi Gabungan.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Komputer	21
Tabel 4.1 <i>Classification Metrics</i> Model Data Suara	37
Tabel 4.2 <i>Classification Report</i> Model Data Suara	38
Tabel 4.3 <i>Classification Metrics</i> Model Data Citra	42
Tabel 4.4 <i>Classification Report</i> Model Data Citra.....	43