

Klasifikasi Sampah Organik Dan Anorganik Dengan Metode *Convolutional neural network* (CNN)

Devaldi Caliesta Octadiani

1900016041

Skripsi diajukan kepada
Fakultas Sains dan Teknologi Terapan
sebagai bagian persyaratan untuk meraih derajat

Sarjana Komputer

pada Program Studi Sistem Informasi



Universitas Ahmad Dahlan
Yogyakarta

Juli, 2023

Skripsi

Klasifikasi Sampah Organik Dan Anorganik Dengan Metode *Convolutional neural network* (CNN)

Devaldi Caliesta Octadiani

1900016041

Dipertahankan di depan Dewan Penguji

tanggal 20 Juli 2023


Ketua/Pembimbing
Arif Rahman, S.Kom., M.T.


Penguji 1
Iwan Tri Riyadi Yanto, S.Si.,
M.IT


1960 Penguji 2

Dr. Mursid Wahyu Hananto,
S.Si., M.Kom.
Diterima sebagai bagian
persyaratan untuk meraih derajat
Sarjana Komputer,

Dr. Yudi Ari Adi, M.Si.
Dekan Fakultas MIPA

Pernyataan Tidak Plagiat

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Devaldi Caliesta Octadiani

NIM : 1900016041

Email : devaldi1900016041@webmail.uad.ac.id

Program Studi : Sains dan Teknologi Terapan

Fakultas : Sistem Informasi

Judul Tesis : Klasifikasi Sampah Organik Dan Anorganik Dengan Metode *Convolutional neural network* (CNN)

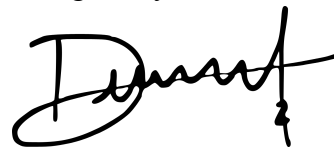
Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Ahmad Dahlan maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian dan implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 15 Agustus 2023

Yang Menyatakan



Devaldi Caliesta Octadiani

PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devaldi Caliesta Octadiani

NIM : 1900016041

Email : devaldi1900016041@webmail.uad.ac.id

Fakultas : Sains dan Teknologi Terapan

Program Studi : Sistem Informasi

Judul tugas akhir : Klasifikasi Sampah Organik Dan Anorganik Dengan Metode
Convolutional neural network (CNN)

Dengan ini saya menyerahkan hak *sepenuhnya* kepada Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut

Saya (~~mengijinkan/tidak mengijinkan~~)* karya tersebut diunggah ke dalam Repository Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 15 Agustus 2023



Devaldi Caliesta Octadiani

Mengetahui,

Pembimbing**



Arif Rahman, S.Kom., M.T.

Ket:

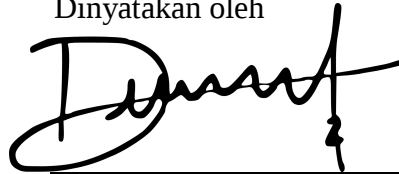
*coret salah satu

**jika diijinkan TA dipublish maka ditandatangani dosen pembimbing dan mahasiswa

Pernyataan

Saya, **Devaldi Caliesta Octadiani** menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis/diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar acuan.

Dinyatakan oleh

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Devaldi', with a stylized flourish extending to the right.

Devaldi Caliesta Octadiani

Tanggal: 20 Juli 2023

Motto dan Persembahan

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. QS. 58:11

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

1. Ayah dan Ibu tercinta

Ayah saya Aprineldi dan Ibu saya Ani Kasniati, terima kasih atas kepercayaan dan kesempatan yang diberikan selama ini.

2. Acik dan Adik tersayang

Acik saya dan adik saya Zahra Isfani, Ghadiza Anindya, terima kasih atas dukungan yang diberikan.

Kata Pengantar

Bismillahirrahmaanirrahiim,

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarokatuh

Segala puji bagi Allah swt., Tuhan semesta alam yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan inayah kepada hambaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir (Skripsi) ini.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyelesaikan laporan ini berkat dorongan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menghaturkan terimakasih dan penghargaan kepada Bapak Dr. Yudi Ari Adi, M.Si., Dekan Fakultas FAST UAD, Ibu Sri Handayaningsih, S.T., M.T., Kaprodi Sistem Informasi yang rela diganggu setiap saat, dan Bapak Arif Rahman, S.Kom., M.T., selaku Pembimbing I. Terimakasih juga penulis haturkan kepada seluruh dosen Sistem Informasi yang telah memberikan banyak ilmu dan wawasan. Penulis juga berterimakasih kepada Tim Penguji: Bapak Iwan Tri Riyadi Yanto, S.Si., M.IT dan Bapak Dr. Mursid Wahyu Hananto, S.Si., M.Kom., yang telah memberikan banyak masukan terhadap tulisan ini.

Selanjutnya penulis juga menyampaikan terimakasih kepada rekan-rekan asisten di Lab: Pak Ito, Mas Joko, juga rekan-rekan Kuliah: Zulkarnen, Ega, Izzul bachtiar, Alby, Zulfa; my dearest Indira, dan berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. *Jazakillah.*

Terakhir, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun, karena Skripsi ini sangat jauh dari sempurna. Semoga Allah meridhoi langkah kita. Amin.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh

Yogyakarta, Juli 2023

Daftar Isi

Halaman

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	Error! Bookmark not defined.
Halaman Pernyataan.....	ii
Halaman Motto dan Persembahan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi.....	vi
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Kode Program	xiii
Abstrak.....	xiv
Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	6
1.3 Ruang Lingkup	6
1.4 Rumusan Masalah	7
1.5 Tujuan Penelitian.....	7
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
Kajian Teori dan Landasan Teori.....	9
2.1 Kajian Terdahulu	9
2.2. Landasan Teori	14
2.2.1. Sampah Organik dan Anorganik.....	14

2.2.2.	<i>Machine learning</i>	15
2.2.3.	<i>Deep Learning</i>	17
2.2.4.	<i>Computer Vision</i>	19
2.2.5.	<i>Convolutional neural network (CNN)</i>	20
2.2.5.1.	<i>Convolutional layer</i>	21
2.2.5.2.	<i>Max Pooling dan Average Pooling</i>	22
2.2.5.3.	<i>Global Avarage Pooling</i>	23
2.2.5.4.	<i>Rectified Linear Units (ReLU)</i>	23
2.2.5.5.	<i>Fully Connected Layer</i>	24
2.2.6.	<i>Fungsi Aktivasi</i>	25
2.2.7.	<i>Optimizer</i>	29
2.2.8.	<i>Loss Function</i>	30
2.2.9.	<i>Arsitektur InceptionV3</i>	31
2.2.10.	<i>Arsitektur ResNet152</i>	32
2.2.11.	<i>Arsitektur MobileNetV3</i>	34
2.2.12.	<i>Transfer learning</i>	36
2.2.13.	<i>Evaluasi Kinerja</i>	38
	Metodologi	41

3.1	Subjek Penelitian	41
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	41
3.2	Pengumpulan Data	42
3.3	Tahapan Penelitian	43
3.4	<i>Split Data Train dan Test</i>	44
3.5	Augmentasi Data	44
3.6	Model <i>Tuning</i> dan <i>Training</i>	45
3.7	Evaluasi Model.....	46
Hasil dan Pembahasan.....		48
4.1	Pengumpulan Data	48
4.2	<i>Split Data Train dan Data Test</i>	50
4.3	Augmentasi Data	52
4.4	Model Tuning dan <i>Training</i>	53
4.4.1.	<i>InceptionV3 Model</i>	53
4.5.2.	<i>ResNet152 Model</i>	59
4.5.3.	<i>MobileNetV3 Model</i>	62
4.6	Evaluasi Model.....	66

4.7	Analisis dan Pembahasan	75
Penutup		76
5.1	Kesimpulan.....	76
5.2	Saran.....	77
Daftar Acuan		78

Daftar Gambar

	Halaman
Gambar 2.1 Arsitektur CNN.....	21
Gambar 2.2 Operasi Konvolusi	22
Gambar 2.3 <i>Max Pooling dan Avarage Pooling</i>	23
Gambar 2.4 <i>Global Avarage Pooling</i>	23
Gambar 2.5 <i>Fully Connected Layer</i>	25
Gambar 2.6 <i>Sigmoid</i>	25
Gambar 2.7 <i>Tanh</i>	26
Gambar 2.8 <i>ReLU</i>	27
Gambar 2.9 <i>Softmax</i>	28
Gambar 2.10 <i>InceptionV3</i>	31
Gambar 2.11 <i>Identity Mapping</i>	33
Gambar 2.12 <i>Variasi ResNet</i>	33
Gambar 2.13 Arsitektur <i>ResNet</i>	34
Gambar 2.14 <i>MobileNetV3</i>	35
Gambar 2.15 <i>Confusion Matrik</i>	40

Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	43
Gambar 4.1 <i>Custom Layer InceptionV3</i>	54
Gambar 4.2 <i>Custom Layer ResNet152</i>	59
Gambar 4.3 <i>Custom Layer MobileNet</i>	62

Daftar Tabel

	Halaman
Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	11
Tabel 2.2 <i>Layer MobileNetV3</i>	36
Tabel 4.1 Kelas dan Jumlah Dataset WID.....	49
Tabel 4.2 Kelas dan Jumlah Dataset WCD.	49
Tabel 4.3 Kelas dan Jumlah Dataset WID.....	50
Tabel 4.4 Kelas dan Jumlah Dataset WCD.	51
Tabel 4.5 Hasil <i>Train</i> Dataset WID.....	66
Tabel 4.6. Hasil <i>Train</i> Dataset WCD	67
Tabel 4.7. Hasil Evaluasi Dataset WID.....	68
Tabel 4.8. Hasil Evaluasi Dataset WCD.	68
Tabel 4.9. Hasil <i>Classification Report</i> Dataset WID.	69
Tabel 4.10. Hasil <i>Confusion Matrix</i> Dataset WID Model <i>MobileNet</i>	70
Tabel 4.11. Hasil <i>Confusion Matrix</i> Dataset WID Model <i>IncepationV3</i>	71
Tabel 4.12. Hasil <i>Confusion Matrix</i> Dataset WID Model <i>ResNet152</i>	71
Tabel 4.13. Hasil <i>Classification Report</i> Dataset WCD.	72
Tabel 4.14 Hasil <i>Confusion Matrix ResNet152</i>	74
Tabel 4.15 Hasil <i>Confusion Matrix InceptionV3</i>	74
Tabel 4.16 Hasil <i>Confusion Matrix MobileNet</i>	74

Daftar Kode Program

	Halaman
Kode program 4.1 <i>InceptionV3</i> Model Dataset WID	54
Kode program 4.2 <i>InceptionV3</i> Model Dataset WCD	57
Kode program 4.3 <i>Compile</i> dan <i>Training</i> Model <i>InceptionV3</i> Dataset WID	58
Kode program 4.4 <i>ResNet152</i> Model.....	60
Kode program 4.5 <i>Compile</i> dan <i>Training</i> model <i>ResNet152</i>	61
Kode program 4.6 <i>MobileNet</i> Model	63
Kode program 4.7 <i>Compile</i> dan <i>Train</i> Model <i>MobileNet</i>	65

Klasifikasi Sampah Organik Dan Anorganik Dengan Metode *Convolutional neural network* (CNN)

Classification of Organic and Inorganic Waste Using Convolutional neural network (CNN) Method

Abstrak

Sampah merupakan limbah yang dihasilkan dari produk atau barang yang tidak digunakan untuk waktu yang lama dan tidak memiliki nilai fungsional. Volume sampah yang terus meningkat, keselamatan dan kesehatan petugas pemilah sampah, sampah dibuang sembarangan dan dapat merusak lingkungan. Meminimalisir dampak yang disebabkan oleh karena itu diperlukannya sistem otomatisasi pemilahan citra jenis sampah organik dan anorganik menggunakan CNN. Penelitian ini mengoptimalkan penggunaan metode CNN dengan menambahkan lapisan dan hypermeter ke dalam arsitektur CNN yang digunakan (*InceptionV3*, *ResNet152*, dan *MobileNetV3*) guna klasifikasi jenis sampah dengan akurat.

Proses penelitian ini melibatkan beberapa tahapan, yang meliputi pengumpulan data gambar dari dataset *Waste Images Dataset* (WID) dan *Waste Classification data* (WCD), Split data menjadi data *Train* dan data *Test*, tahapan selanjutnya Augmentasi data, *Model Tuning* dan *Training* model menggunakan arsitektur CNN (*InceptionV3*, *ResNet152*, dan *MobileNetV3*), Serta evaluasi model menggunakan akurasi pada *Classification Report*.

Hasil pengujian menggunakan dataset WID menunjukkan bahwa model *InceptionV3* mencapai *Accuracy* sebesar 0.9546, *Precision* 0.8906, *Recall* 0.8897, dan *F1-Score* 0.8901. Temuan ini mengindikasikan bahwa model *InceptionV3* menghasilkan performa terbaik dalam dataset tersebut, meskipun terdapat 9 kelas yang diuji. Selanjutnya, pengujian dilakukan menggunakan dataset WCD dan hasilnya menunjukkan bahwa model *InceptionV3* merupakan model terbaik dalam dataset tersebut dengan mencapai *Accuracy* 0.9351, *Precision* 0.9636, *Recall* 0.9234, dan *F1-Score* 0.9430. Temuan ini menunjukkan bahwa model *InceptionV3* menghasilkan performa terbaik dalam dataset tersebut yang terdiri dari 2 kelas.

Kata kunci: *Convolutional neural networks*, *Dataset*, *InceptionV3*, *ResNet152*, *MobileNetV3*, *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *F1-Score*.