

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)
UNTUK KLASIFIKASI LIMBAH SAMPAH

SKRIPSI



disusun oleh

Padang Perwira Yudha

17.12.0349

**PROGRAM SARJANA
PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2020**

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)
UNTUK KLASIFIKASI LIMBAH SAMPAH

SKRIPSI

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai gelar Sarjana
pada Program Studi Sistem Informasi



disusun oleh

Padang Perwira Yudha

17.12.0349

**PROGRAM SARJANA
PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2020**

PERSETUJUAN

SKRIPSI

***CONVOLUTION NEURAL NETWORK (CNN)* UNTUK KLASIFIKASI LIMBAH SAMPAH**

yang dipersiapkan dan disusun oleh

Padang Perwira Yudha

17.12.0349

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 17 April 2020

Dosen Pembimbing,

Arief Setyanto, Dr.,S.Si, MT
NIK. 190302036

PENGESAHAN
SKRIPSI
CONVOLUTION NEURAL NETWORK (CNN)
UNTUK KLASIFIKASI LIMBAH SAMPAH

yang dipersiapkan dan disusun oleh

Padang Perwira Yudha

17.12.0349

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 24 Agustus 2020

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Sumarni Adi, S.Kom, M.Cs
NIK. 190302256

Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng
NIK. 190302393

Arief Setyanto, Dr., S.Si, MT
NIK. 190302036

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 24 Agustus 2020

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER

Krisnawati, S.Si, M.T.
NIK. 190302038

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI), dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Yogyakarta, 4 September 2020



Padang Perwira Yudha

NIM. 17.12.0349

MOTTO

“Janganlah kamu bersikap lemah dan janganlah pula kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya jika kamu beriman”. Tidak diperkenankan senantiasa memandang diri sebagai orang yang buruk atau penuh kekurangan, setiap manusia mendapat anugrah dari Allah berupa kelebihan dan kelemahan masing-masing. Berfikir negatif terhadap diri sendiri menandakan kurangnya rasa syukur. Maksimalkan kelebihan yang anda punya untuk kebaikan dan jadikan kekurangan sebagai motivasi untuk meningkatkan kualitas diri.”

(QS. Al Imran : 139)

“Any application that can be written in JavaScript, will eventually be written in JavaScript.”

(Atwood's Law)

“There is no code like no code. That is, a solution that involves no code at all is often the best solution.”

(Anonim)

“Scheduling *software* development is predicting the future.”

(Anonim)

“Everybody in this country should learn to program a computer, because it teaches you how to think.”

(Steve Jobs)

PERSEMBAHAN

Tak henti-hentinya saya mengucapkan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan saya kenikmatan, kesehatan, kesempurnaan, serta dapat dapat menyelesaikan skripsi ini dan skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Untuk Bapak dan Ibu tercinta dan tersayang, terima kasih telah mendidik saya dengan sepenuh hati, memberikan dukungan, memberikan doa dan memberikan kasih sayang yang tidak ada batasnya.
2. Untuk kakak saya Padang Wahidatul Aisyiyah, terimakasih telah menjadi kakak yang selalu mendukung saya dalam pengerjaan skripsi ini.
3. Untuk Bapak Arief Setyanto, Dr.,S.Si, MT selaku dosen pembimbing, terima kasih banyak atas bimbingannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Seluruh keluarga besar komunitas developer Indonesia yang selalu menjadi motivasi dalam kegiatan belajar di luar kampus.
5. Untuk Fanny, Fadli, Fahmi, dan Ichwan yang menjadi teman bercanda dalam pengerjaan skripsi dalam grup chat facebook.
6. Untuk mantan gebetan tersayang yang secara tidak langsung memberikan motivasi untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
7. Untuk Ellysa R. Azhaari yang menjadi motivasi besar untuk segera menyelesaikan studi dan menjadi pria mapan di usia muda.
8. Untuk Tikha yang rela hujan-hujan demi menuruti keinginan bucin saya.
9. Untuk goddess Melati Puspitasari yang selalu cantik membahana, terima kasih telah menjadi sumber inspirasi.
10. Teman-teman kelas 06 Sistem Informasi 17 yang telah bersama-sama berjuang dan menciptakan suasana kelas yang menyenangkan.
11. Seluruh pihak yang tidak saya sebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuan dan doanya sehingga terselesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, Sang pencipta langit dan bumi serta segala isinya yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta kasih sayang-Nya kepada penulis sehingga penulis diberikan kesehatan, kekuatan serta kesabaran sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini. Tidak lupa pula shalawat dan salam penulis panjatkan kepada Rosulullah Muhammad SAW yang telah diutus ke bumi sebagai lentera bagi hati manusia.

Tujuan dari pembuatan skripsi tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Sistem Informasi Universitas Amikom Yogyakarta. Skripsi ini berjudul **“Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Limbah Sampah”**. Dalam melaksanakan tugas akhir skripsi ini, penulis sebagai mahasiswa Jurusan Sistem Informasi, Universitas Amikom Yogyakarta mendapatkan banyak pengalaman dan ilmu-ilmu baru yang belum pernah penulis dapatkan sebelumnya. Selain itu penulis juga telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis baik itu dalam menyelesaikan laporan ini dan juga dalam pelaksanaan skripsi ini, saya ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, MM. selaku Rektor Universitas AMIKOM Yogyakarta.
2. Ibu Krisnawati, S.Si, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas AMIKOM Yogyakarta.
3. Arief Setyanto, Dr.,S.Si, MT selaku dosen pembimbing yang selalu bijaksana memberikan bimbingan, nasehat serta waktunya selama penulisan skripsi ini.
4. Kedua orang tua saya yang telah mendoakan, mendukung dan memberikan semangat kepada saya.
5. Teman-teman SI06 angkatan 2017 yang telah menemani selama proses perkuliahan.

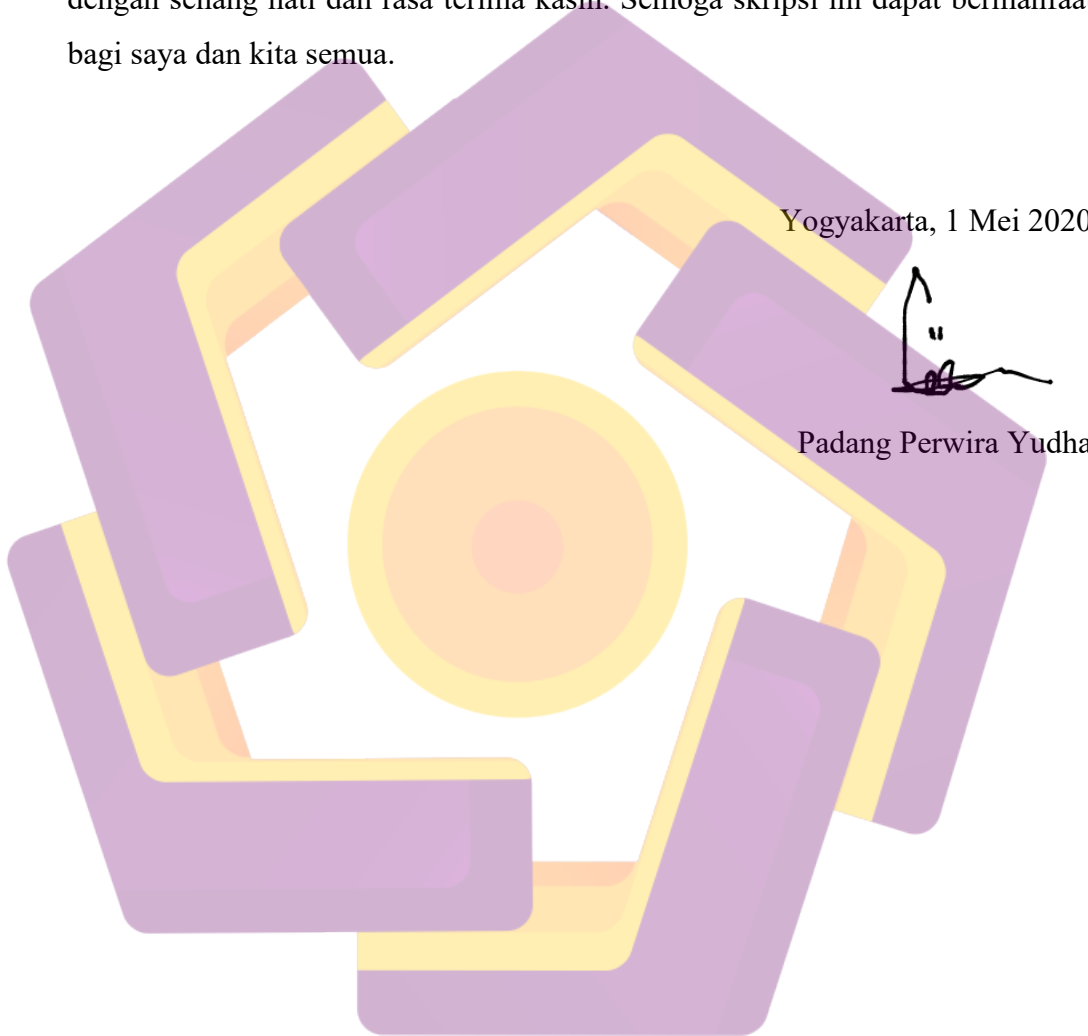
6. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala memberikan balasan yang lebih kepada semua yang telah ikut membantu saya hingga menyelesaikan skripsi ini. Demi perbaikan selanjutnya, saran dan kritik yang membangun diterima dengan senang hati dan rasa terima kasih. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi saya dan kita semua.

Yogyakarta, 1 Mei 2020



Padang Perwira Yudha



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN.....	ii
PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
INTISARI.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Metode Penelitian.....	6
1.6.1 Tahapan Penelitian.....	6
1.6.2 Identifikasi Perumusan Masalah.....	6
1.6.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	7
1.6.4 Melakukan Studi Pustaka.....	7
1.6.5 Pengumpulan Data.....	7
1.6.6 Implementasi Algoritma CNN.....	8
1.6.7 Penarikan Kesimpulan.....	8
1.7 Sistematika Penulisan.....	9
BAB II Landasan Teori.....	12
2.1 Kajian Pustaka.....	12

2.2 Sampah.....	16
2.2.1 Sampah Organik.....	16
2.2.2 Sampah Anorganik.....	17
2.3 Citra Digital.....	17
2.4 Tipe Citra Digital.....	19
2.4.1 Citra Biner.....	19
2.4.2 Citra Grayscale.....	19
2.4.3 Citra Warna.....	20
2.5 Pengolahan Citra Digital (Image Processing).....	20
2.6 Artificial Intelligence (AI).....	21
2.7 Machine Learning.....	22
2.8 Deep Learning.....	26
2.9 Convolutional Neural Network.....	27
2.9.1 Convolutional Layer.....	28
2.9.2 Pooling Layer.....	28
2.9.3 Fully Connected Layer.....	29
BAB III Metode Penelitian.....	30
3.1 Tahapan Penelitian.....	30
3.2 Identifikasi Perumusan Masalah.....	30
3.3 Melakukan Studi Pustaka.....	31
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian.....	31
3.5 Pengumpulan Data.....	32
3.6 Implementasi Algoritma CNN.....	32
3.7 Penarikan Kesimpulan.....	34
BAB IV Hasil dan Pembahasan.....	36
4.1 Pengumpulan Data.....	36
4.2 Implementasi Algoritma CNN.....	38
BAB V Penutup.....	76
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran.....	78
Daftar Pustaka.....	79

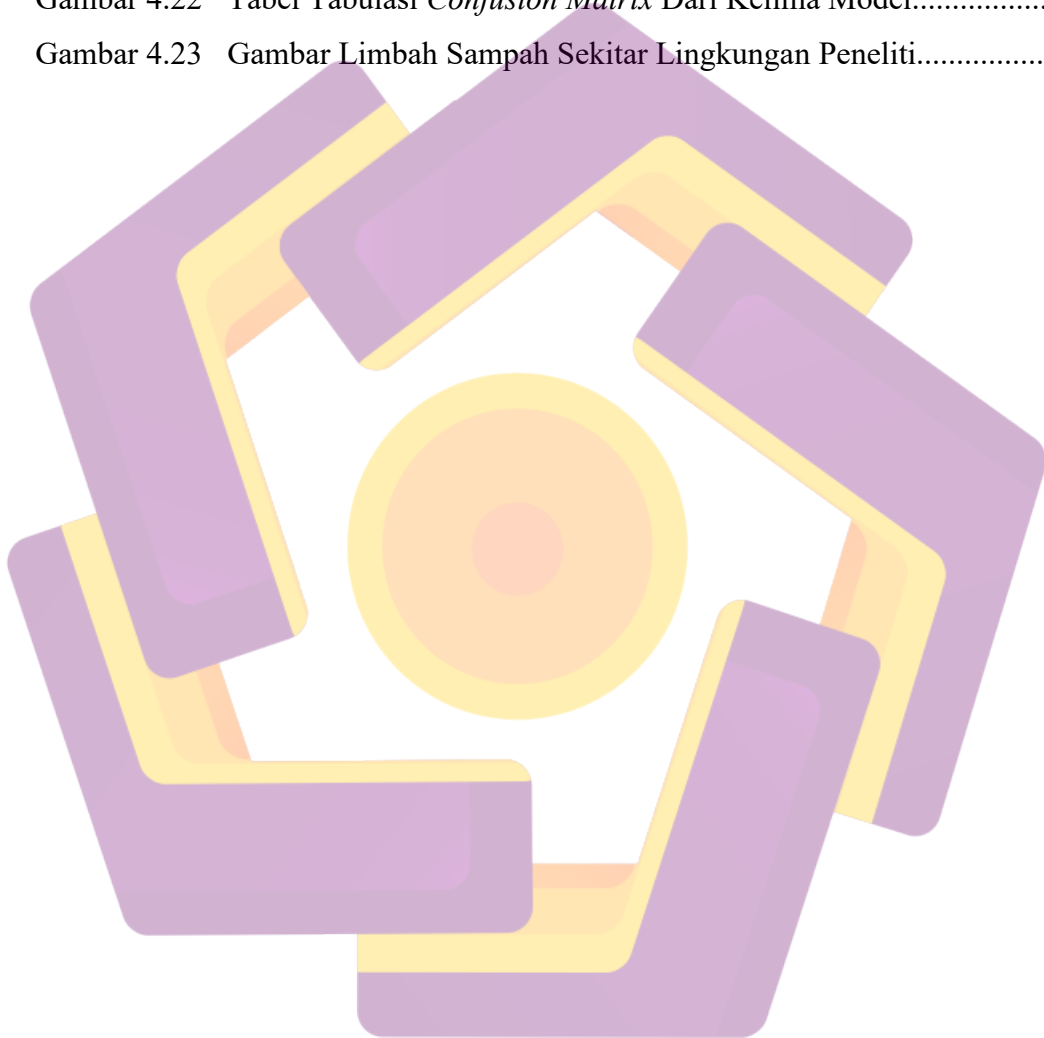
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Penelitian Terdahulu.....	14
Tabel 3.1	Lima Model CNN Klasifikasi Limbah Sampah.....	32
Tabel 4.1	Tabel Pembagian Data Latih & Uji Sebelum <i>Preprocessing</i>	42
Tabel 4.2	Tabel Pembagian Data Latih & Uji Sesudah <i>Preprocessing</i>	47
Tabel 4.3	Konfigurasi Arsitektur CNN yang akan Diuji.....	48
Tabel 4.4	Waktu Komputasi Arsitektur CNN.....	63
Tabel 4.5	Tabel Rincian Perhitungan Akurasi Model Pada Data Validasi.....	66
Tabel 4.6	Analisa Kinerja Sistem Pada Klasifikasi Limbah Sampah Validasi	68
Tabel 4.7	Rincian Perhitungan Akurasi Model Pada Data Sekitar Peneliti.....	71
Tabel 4.8	Analisis Kerja Klasifikasi Sampel Sekitar Lingkungan Peneliti.....	71
Tabel 4.9	Rincian Perhitungan Akurasi Data Test Validasi Model RGB.....	72
Tabel 4.10	Analisa Kinerja Klasifikasi Data Test Validasi Model RGB.....	73
Tabel 4.11	Rincian Akurasi Data Sekitar Lingkungan Peneliti Model RGB.....	74
Tabel 4.12	Kinerja Klasifikasi Data Sekitar Lingkungan Peneliti Model RGB.	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sampah Organik.....	16
Gambar 2.2	Sampah Anorganik.....	17
Gambar 2.3	Sistem Koordinat yang Dipergunakan Untuk Mewakili Citra.....	18
Gambar 2.4	Matriks Citra Digital.....	18
Gambar 2.5	Citra Biner dengan Nilai Piksel 1 atau 0.....	19
Gambar 2.6	Citra <i>Grayscale</i> dengan Nilai Piksel antara 0 sampai 255.....	19
Gambar 2.7	Citra Warna dengan Kanal RGB.....	20
Gambar 2.8	Diagram Kecerdasan Buatan.....	22
Gambar 2.9	<i>Data Science dan Machine Learning Model</i>	24
Gambar 2.10	<i>Machine Learning</i>	24
Gambar 2.11	Arsitektur CNN.....	27
Gambar 2.12	Gambar RGB.....	28
Gambar 3.1	Tahapan Penelitian.....	30
Gambar 4.1	<i>Kaggle Waste Classification Dataset</i>	36
Gambar 4.2	Contoh Data Latih Limbah Sampah Organik & Anorganik.....	37
Gambar 4.3	<i>Load Module Package Python</i>	40
Gambar 4.4	<i>Syntax</i> untuk Membuat Data Gambar.....	41
Gambar 4.5	<i>Syntax</i> Pembagian Data Latih dan Data Uji.....	42
Gambar 4.6	<i>Syntax Preprocessing</i> Data Bagian Pertama.....	43
Gambar 4.7	<i>Shuffle Data Train dan Testing</i>	44
Gambar 4.8	Pembagian <i>Feature</i> dan <i>Label</i> ke Variabel X dan y.....	45
Gambar 4.9	Mengubah <i>List</i> Menjadi Tipe Kelas Numpy Array.....	45
Gambar 4.10	<i>Feature Scaling</i> Pada Data <i>Train</i> dan <i>Test</i>	46
Gambar 4.11	Menyimpan <i>Feature</i> dan <i>Label</i> Menggunakan Pustaka <i>Pickle</i>	47
Gambar 4.12	Memuat <i>Feature</i> dan <i>Label</i> Menggunakan Pustaka <i>Pickle</i>	49
Gambar 4.13	<i>Syntax</i> & Gambar Arsitektur Model CNN 1.....	50
Gambar 4.14	<i>Syntax</i> & Gambar Arsitektur Model CNN 2.....	52
Gambar 4.15	<i>Syntax</i> & Gambar Arsitektur Model CNN 3.....	53
Gambar 4.16	<i>Syntax</i> & Gambar Arsitektur Model CNN 4.....	55

Gambar 4.17	<i>Syntax & Gambar Arsitektur Model CNN 5</i>	57
Gambar 4.18	Pengaruh <i>Batch</i> Pada Akurasi Model.....	60
Gambar 4.19	Pengaruh <i>Epoch</i> Pada Akurasi Model.....	61
Gambar 4.20	Pengaruh Lapisan <i>Dropout</i> Pada Akurasi Model.....	62
Gambar 4.21	Grafik Hasil Iterasi <i>TensorBoard</i>	64
Gambar 4.22	Tabel Tabulasi <i>Confusion Matrix</i> Dari Kelima Model.....	68
Gambar 4.23	Gambar Limbah Sampah Sekitar Lingkungan Peneliti.....	70



INTISARI

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Sampah berdasarkan sifatnya dapat dibagi menjadi dua yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Riset mengatakan bahwa 24 persen sampah di Indonesia masih tidak terkelola [11], salah satu penyebabnya adalah masyarakat Indonesia yang masih kurang informatif dalam membedakan antara sampah organik dan sampah anorganik. Pendeteksian limbah sampah penting dilakukan, mengingat diperlukan penyimpanan, pengolahan, dan pembuangan limbah sampah sesuai dengan tempatnya. Limbah sampah harus dibuang ke situs TPA yang benar dan tidak boleh dibuang ke limbah yang berbahaya.

Salah satu metode *Deep Learning* yang sedang berkembang saat ini adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). Model jaringan syaraf tiruan yang diperuntukkan untuk klasifikasi citra. Dalam penelitian ini akan dibangun lima arsitektur model *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk menemukan arsitektur terbaik yang dapat digunakan sebagai pengenalan jenis limbah sampah organik dan anorganik di Indonesia.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan dataset dari *Kaggle*, yang memiliki data latih sebanyak 22564 gambar dan data uji sebanyak 2513 gambar, didapatkan hasil arsitektur terbaik yaitu CNN5 dalam mengklasifikasi limbah sampah dengan data uji dari dataset validasi dengan perolehan akurasi sebesar 81%. Sedangkan CNN4 menjadi arsitektur terbaik dalam mengklasifikasi limbah sampah dengan data uji yang didapat dari sekitar lingkungan peneliti dengan perolehan akurasi sebesar 82%.

Kata Kunci: *Convolutional Neural Network, Keras, TensorFlow*, Klasifikasi Limbah Sampah

ABSTRACT

Waste is unwanted residual material after the end of a process. Waste by nature can be divided into two, organic and non-organic waste. Research says that 24 percent of waste in Indonesia is still unmanaged [11], one of the reasons is that Indonesian people are less informative in distinguishing between organic and non-organic waste. Waste recognition is important, considering the storage, the processing and the right disposal place of the waste. Waste must be disposed at the correct landfill site and not be disposed at hazardous site.

One of the Deep Learning methods currently developing is the Convolutional Neural Network (CNN). Artificial Neural Network models for image classification. Researchers will build five CNN model architecture and find the best architecture for classifying waste in Indonesia.

The research using a dataset from Kaggle, which has training data of 22564 images and test data of 2513, images, the evaluation of the investigation showed that CNN5 is the best architecture at classify waste with test data from validation dataset with accuracy of 81%, however CNN4 has the best performance at classify waste with test data from local unique organic and non-organic waste image with accuracy of 82%.

Keyword: Convolutional Neural Network, Keras, TensorFlow, Waste Classification