

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

**KLASIFIKASI SAMPAH ORGANIK DAN NON-ORGANIK
MENGUNAKAN DEEP LEARNING DAN IMAGE**



SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan
Program Sarjana (S-1)
Pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer**

Oleh :

LIA PUTRI FADILLAH

NIM : 2102010020

**PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU TEKNIK
UNIVERSITAS BINA INSAN**

2025

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI



**KLASIFIKASI SAMPAH ORGANIK DAN NON-ORGANIK
MENGUNAKAN *LEARNING* DAN *IMAGE*
*PROCESSING***

Oleh :

LIA PUTRI FADILLAH

NIM : 2102010020

Lubuklinggau, Januari 2025

Pembimbing I

Pembimbing II

Nelly Khairani Daulay, M.Kom

Bunga Intan, M.Kom

Mengesahkan

Dekan Fakultas Ilmu Teknik

Universitas Bina Insan,

Dr. Rudi Kurniawan, S.T., M.Kom

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI



Pada hari ... tanggal ... tahun 2025 telah dilaksanakan sidang Skripsi oleh Program Studi Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Ilmu Teknik Universitas Bina Insan.

Nama : Lia Putri Fadillah

NIM : 2102010020

Judul Skripsi : Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik menggunakan *Deep Learning* dan *Image Processing*.

Komisi Penguji

1. Ketua : Nelly Khairani Daulay, M.Kom (.....)
2. Sekretaris : Bunga Intan, M.Kom (.....)
3. Anggota : Elmayati, M.Kom (.....)

Mengetahui,
Kepala Program Studi Rekayasa Sistem Komputer
Fakultas Ilmu Teknik
Universitas Bina Insan

Armanto, M.Kom

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN



MOTTO :

- ❖ “Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.” (QS Ar Rad:11)
- ❖ “ Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.” (QS Al-Insyirah:5)

Persembahan Kepada :

- ❖ Kedua orang tuaku, Ayahanda Abdul Faromin dan Ibundaku, Ibunda Evvy Mardiani. Mereka sangat berperan penting dalam menyelesaikan program studi penulis, yang telah memberikan semangat, motivasi dan juga doa.
- ❖ Untuk kedua kakakku. Terima kasih sudah memberikan motivasi dan semangat.
- ❖ Untuk teman seperjuangan. Terimakasih atas segala bantuan, waktu, support dan kebaikan yang diberikan kepada penulis disaat masa sulit mengerjakan skripsi ini.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :  Fadillah

NIM : 2102010020

Program Studi : Rekayasa Sistem Komputer

Fakultas : Ilmu Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian dan penulisan Skripsi yang saya susun sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana (S-1) Universitas Bina Insan, merupakan hasil kerja saya sendiri dan tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya. Ada pun bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain dan telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Jika dikemudian hari ternyata terbukti bahwa penelitian dan tugas akhir ini bukan hasil kerja saya sendiri atau plagiat dalam bagian-bagian tertentu, maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai peraturan perundangan yang berlaku.

Lubuklinggau, Januari 2025


Penulis,

Lia Putri Fadillah

NIM : 2102010020

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

ABSTRACT

The increasing amount of waste, especially waste mixed with organic and non-organic. This research aims to develop an effective classification system to assist waste management. The model used is DenseNet201 which is applied in image processing to classify types of waste. The data used consists of 4,752 images which are divided into two, namely organic waste having 1,808 images and non-organic waste having 2,944 images. The DenseNet201 model was trained for 50 steps and achieved 99% accuracy. The results show that this classification system is effective in differentiating waste, contributing to environmental conservation and increasing public awareness about waste separation.

Keywords : Waste Classification, DenseNet201

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

ABSTRAK



Meningkatnya jumlah sampah domestik, terutama sampah yang dicampurkan antara organik dan non-organik, mendorong penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi yang efektif untuk membantu pengelolaan sampah. Model yang digunakan adalah DenseNet201 yang diterapkan dalam pengolahan citra dalam mengklasifikasikan jenis sampah. Data yang digunakan terdiri dari 4.752 gambar yang dibagi menjadi dua yaitu sampah organik memiliki 1.808 gambar dan sampah non-organik memiliki 2.944 gambar. Model DenseNet201 dilatih selama 50 *steps* dan mencapai akurasi 99%. Hasil menunjukkan sistem klasifikasi ini efektif dalam membedakan sampah, berkontribusi pada pelestarian lingkungan dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pemisahan sampah.

Kata Kunci : Klasifikasi Sampah, DenseNet201

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang memberikan kekuatan dan kesempatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan maksimal, Untuk diajukan sebagai syarat menyelesaikan pendidikan program Sarjana (S-1) Pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Ilmu Teknik Universitas Bina Insan. Sholawat beserta salam semoga tetap tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta umatnya hingga akhir zaman.

Selama proses penulisan dan penyusunan skripsi ini, penulis telah berusaha sebaik-baiknya untuk dapat menyelesaikan skripsi ini baik tepat pada waktunya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tentunya masih jauh dari sempurna dan mungkin terdapat kesalahan baik sengaja maupun tidak sengaja. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tentunya sangat diharapkan dari berbagai pihak.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu selama proses penyelesaian skripsi ini diantaranya yaitu :

1. Bapak/Ibuku yang telah banyak memberikan dukungan dan bantuannya dalam penulisan Skripsi ini.
2. Bapak Dr. H. Sardiyo, M.M. selaku Rektor Universitas Bina Insan.
3. Bapak Dr. Muhamad Akbar, S.T., M.IT selaku Wakil Rektor I Universitas Bina Insan.
4. Bapak Wakhid Nur Mukhlis, M.Pd., M.M selaku Wakil Rektor II Universitas Bina Insan.
5. Bapak Dr. Rudi Kurniawan, S.T., M.Kom selaku Dekan Fakultas Ilmu Teknik Universitas Bina Insan yang telah banyak memberikan bimbingan dan arah dalam penulisan skripsi ini.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

6. Bapak Armanto, M.Kom selaku Kepala Program Studi Rekayasa Sistem Komputer Universitas Bina Insan Lubuklinggau telah banyak memberikan bimbingan dan arah dalam penulisan skripsi ini.
7. Ibu Nelly Khairani Daulay, M.Kom selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan dan arah dalam penulisan Skripsi ini.
8. Ibu Bunga Intan, M.Kom selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dan arah dalam penulisan Skripsi ini.
9. Bapak/Ibu selaku Penguji yang telah banyak memberikan bimbingan dan arah dalam penulisan Skripsi ini.
10. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Universitas Bina Insan Lubuklinggau yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan kepada penulis.

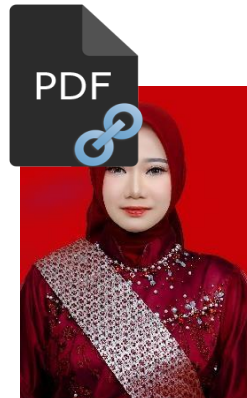
Akhir kata semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi untuk penelitian selanjutnya.

Lubuklinggau, Januari 2025

Lia Putri Fadillah

NIM : 2102010020

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Biodata

Nama : Lia Putri Fadillah
Tempat / Tanggal Lahir : Taba Jemekeh, 10 Juli 2003
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat : Gg.Rambai RT.09 Kel. Taba Jemekeh
Kec.Lubuklinggau Timur 1

Pendidikan

- SD : SD N 39 Lubuklinggau
- SMP : SMP N 2 Lubuklinggau
- SMA : SMA N 2 Lubuklinggau

Pengalaman Organisasi dan Pelatihan

1. Bendahara HMP RSK 2023
2. Kabid Basket UKM KJO 2023



	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.5.1 Tujuan Penelitian.....	4
1.5.2 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Literatur	6
2.2 Penelitian Terdahulu Yang Relevan.....	13
2.3 Kerangka Berfikir.....	15



BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Metode Penelitian	16
3.2 Metode Pengumpulan Data	16
3.3 Metode Pengembangan Sistem.....	17
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.4.1 Tempat Penelitian	17
3.4.2 Waktu Penelitian	17
3.5 Alat dan Bahan	18
3.5.1 Alat	18
3.5.2 Bahan	19
3.6 Analisis Kebutuhan dan Analisis Sistem	19
3.6.1 Analisis Kebutuhan.....	19
3.6.2 Analisis Sistem	20
3.7 Metode Pengujian Sistem	22
3.8 Rancangan Sistem	22
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Gambaran Umum	25
4.2 Hasil Penelitian.....	25
4.3 Pembahasan	50
4.4 Pengujian Sistem	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
DAFTAR TABEL



	Halaman
Tabel 2.1 <i>Confusion Matrix</i>	10
Tabel 2.2 Bagan Alir (<i>Flowchart</i>)	12
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan	18
Tabel 4.1 Hasil dari Klasifikasi Sampah	50

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

DAFTAR GAMBAR



	Halaman
Gambar 2.1 Sampah Organik	7
Gambar 2.2 Sampah Non-Organik	7
Gambar 2.3 Kerangka Berfikir	15
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Analisis Kebutuhan	19
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Analisis Sistem	20
Gambar 3.3 Contoh Sampah Organik dan Non-Organik	21
Gambar 3.4 <i>Training</i> dan <i>Testing</i> Data.....	23
Gambar 4.1 Jumlah Sampah Organik dan Non-Organik.....	26
Gambar 4.2 <i>Import Library</i> dan <i>Upload Google Drive</i>	27
Gambar 4.3 Codingan <i>Split</i> Data.....	27
Gambar 4.4 Hasil <i>Split</i> Data (<i>Train, Validation, Test</i>).....	28
Gambar 4.5 Codingan <i>Pre-processing</i>	29
Gambar 4.6 <i>Output</i> dari <i>Pre-processing</i>	30
Gambar 4.7 <i>Batch Processing</i>	30
Gambar 4.8 <i>Output Batch Processing</i>	30
Gambar 4.9 Codingan untuk Membangun Model.....	31
Gambar 4.10 Codingan <i>compile</i> Model	32
Gambar 4.11 Codingan <i>Callback</i>	32
Gambar 4.12 Codingan Pelatihan Model	33
Gambar 4.13 Proses <i>Training</i> Model	34
Gambar 4.14 Evaluasi Model.....	34
Gambar 4.15 Menyimpan Model	35
Gambar 4.16 Codingan Visualisasi Hasil <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i>	36
Gambar 4.17 Visualisasi Hasil <i>Accuracy</i>	37
Gambar 4.18 Visualisasi Hasil <i>Loss</i>	38
Gambar 4.19 Codingan AUC dan ROC	39

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Gambar 4.20 Grafik <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC)	40
Gambar 4.21 Codingan Visualisasi <i>Confusion Matrix</i>	41
Gambar 4.22 Visualisasi <i>Confusion Matrix</i>	42
Gambar 4.23 Codingan <i>Classification Report</i>	43
Gambar 4.24 Hasil <i>Classification Report</i>	43
Gambar 4.25 Folder Klasifikasi.....	44
Gambar 4.26 Codingan Klasifikasi Sampah	45
Gambar 4.27 Hasil Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik	50
Gambar 4.28 Hasil Pengujian <i>Confusion Matrix</i>	51
Gambar 4.29 Hasil Pengujian <i>Classification Report</i>	52
Gambar 4.30 Hasil Pengujian <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC)	53

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
DAFTAR LAMPIRAN



Lampiran 1. *Form* Pengajuan Judul Skripsi

Lampiran 2. *Form* Lembar Bimbingan Skripsi

Lampiran 3. *Form* Lembar Perbaikan Sidang Skripsi

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

BAB I



1.1 Latar Belakang Penelitian

Sampah menjadi masalah yang sangat penting di seluruh dunia, terutama di negara-negara berkembang. Peningkatan jumlah sampah global disebabkan oleh pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan perkembangan industri. Dengan banyaknya sampah yang dihasilkan di daerah perkotaan, penanganan masalah ini menjadi tantangan yang sulit. Lebih dari 1,47 miliar ton limbah padat yang dihasilkan setiap tahun di seluruh dunia, dan sebagian besar diatur dengan tidak efisien [1]. Sampah seringkali dianggap tidak berguna dan tidak memiliki nilai. Sampah umumnya dianggap sebagai sisa dari aktivitas manusia dan dapat merusak estetika lingkungan [2].

Namun, pandangan negatif terhadap sampah ini perlu diperbaiki, mengingat terdapat jenis sampah, khususnya sampah organik yang memiliki potensi untuk diolah menjadi sumber daya yang bermanfaat. Contohnya, sisa makanan dan tumbuhan yang dapat terurai dan dimanfaatkan kembali. Di sisi lain, sampah non-organik seperti plastik, logam, dan kaca memerlukan proses pengolahan yang lebih rumit dan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh manusia merupakan masalah yang sangat besar. Karena, banyak masyarakat masih membuang sampah langsung ke lingkungan tanpa mempertimbangkan efeknya [3]. Salah satu penyebab utama adalah kurangnya pemahaman masyarakat mengenai perbedaan antara sampah organik dan non-organik. Situasi ini mengakibatkan pencampuran limbah yang menghalangi pengelolaan sampah yang efektif. Akibatnya, kondisi ini tidak hanya memperburuk masalah limbah, tetapi juga memberikan tekanan tambahan pada tempat pembuangan akhir, mengurangi efisiensi proses daur ulang, serta membahayakan kesehatan masyarakat.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Dampak yang terjadi akibat pencemaran lingkungan yaitu dapat menyebabkan dan menimbulkan penyakit. Contohnya yaitu penyakit diare, penyakit ini disebabkan bakteri yang berasal dari sampah, karena pengelolaan yang tidak tepat tidak hanya dampak dalam kesehatan saja, tetapi dalam lingkungan juga dapat menyebabkan banjir yang disebabkan oleh pembuangan sampah sembarangan.

Masyarakat harus menyadari pentingnya pemisahan sampah pada sumbernya, termasuk penggunaan wadah yang berbeda untuk sampah organik dan non-organik. Proses pemilahan sampah memberikan berbagai manfaat, seperti meningkatkan efisiensi dalam mendaur ulang dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, pentingnya edukasi melalui media sosial, pelatihan, dan penyediaan materi informasi sangat diperlukan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai cara yang tepat dalam memilah sampah. Dengan demikian, pemahaman masyarakat tentang pengelolaan sampah dapat ditingkatkan secara efektif.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus kepada pengembangan klasifikasi sampah organik dan non-organik dengan menggunakan *deep learning* dan *image processing*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan untuk pengelolaan sampah yang efektif dan upaya pelestarian lingkungan. Selain itu, sistem klasifikasi yang efektif dapat memungkinkan proses daur ulang yang lebih efisien dan meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pemilahan sampah. Dari latar belakang di atas, peneliti ingin melakukan penelitian tentang **“Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik Menggunakan *Deep Learning* dan *Image Processing*”**.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang di atas, maka dapat diidentifikasi permasalahan yang ada sebagai berikut :



- a. Masih banyak masyarakat yang mencampurkan sampah organik dan non-organik, sehingga mempersulit untuk proses daur ulang dan meningkatkan beban pengelolaan sampah.
- b. Rendahnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pemilahan sampah dapat menghambat penerapan sistem pemilahan yang efektif.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

- a. Bagaimana tingkat akurasi pada arsitektur DenseNet201 dalam mengklasifikasikan sampah organik dan non-organik ?
- b. Bagaimana cara mengumpulkan dan menyiapkan dataset gambar sampah organik dan non-organik ?

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada di atas dapat disimpulkan suatu batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini digunakan untuk mengklasifikasikan jenis sampah organik dan non-organik.
2. Metode klasifikasi yang digunakan pada *deep learning* dan *image processing*.
3. Penelitian ini berfokus pada klasifikasi sampah organik dan non-organik.
4. Klasifikasi dilakukan menggunakan dataset gambar yang telah dikumpulkan dan diberi label.
5. Penelitian ini menggunakan arsitektur DenseNet201.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.5.1 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui hasil akurasi pengklasifikasian jenis sampah dengan akurasi tinggi dengan *deep learning* dan *image processing*.
2. Mengetahui dan menganalisis penerapan serta cara kerja dari *deep learning* dan *image processing*.
3. Membangun dan melatih arsitektur DenseNet201 dalam mengklasifikasi jenis sampah.

1.5.2 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dari penelitian ini, antara lain :

1. Manfaat Perkembangan Ilmu Pengetahuan

Manfaat perkembangan ilmu pengetahuan adalah sebagai referensi dalam penelitian yang berkaitan dengan *Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik menggunakan Deep Learning dan Image Processing*. Dan menjadi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program Sarjana (S-1) di Universitas Bina Insan, pada Fakultas Ilmu Teknik Program Studi Rekayasa Sistem Komputer.

2. Manfaat Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam belajar terutama minat, inovasi dan motivasi kedepannya sehingga dapat dikembangkan lebih sempurna.

3. Manfaat Bagi Lembaga

Memberikan informasi kepada akademisi sebagai referensi penelitian mengenai klasifikasi sampah organik dan non-organik menggunakan *deep learning* dan *image processing*, untuk mahasiswa di Universitas Bina Insan Lubuklinggau, pada Fakultas Ilmu Teknik Program Studi Rekayasa Sistem Komputer. Agar dapat dikembangkan dengan penelitian yang lebih baik.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Skripsi ini yang merupakan laporan hasil dari penelitian, direncanakan terdapat lima bab, masing-masing bab berisi :



BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisi teori-teori yang mendasari masalah yang diteliti.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini berisi tentang metode penelitian, analisis sistem yang berjalan dan perancangan sistem.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

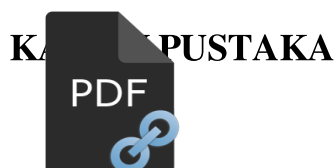
Bab ini mencakup gambaran umum tempat penelitian, hasil dan pembahasan, serta pengujian sistem.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh penelitian dan saran-saran atau masukan-masukan yang berguna dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



2.1 Literatur

2.1.1 Klasifikasi

Klasifikasi adalah pembagian kelompok atau golongan secara sistematis berdasarkan aturan atau standar. Di sisi lain, klasifikasi dapat didefinisikan sebagai pembagian sesuatu menjadi berbagai kelas [5]. Atau proses menemukan model yang menjelaskan dan membedakan konsep kelas data dari suatu objek yang labelnya tidak diketahui berdasarkan aturan atau fungsi tertentu [6].

2.1.2 Sampah

Sampah terdiri dari limbah berbentuk padat dan setengah padat yang terdiri dari bahan organik atau non-organik, serta logam dan non-logam yang dapat terbakar dan tidak dapat terbakar. Sampah terbagi menjadi dua yaitu organik dan non-organik [7]. Sampah juga dapat mencemari atau merusak lingkungan baik sungai, danau, laut, daratan dan kualitas udara [8].

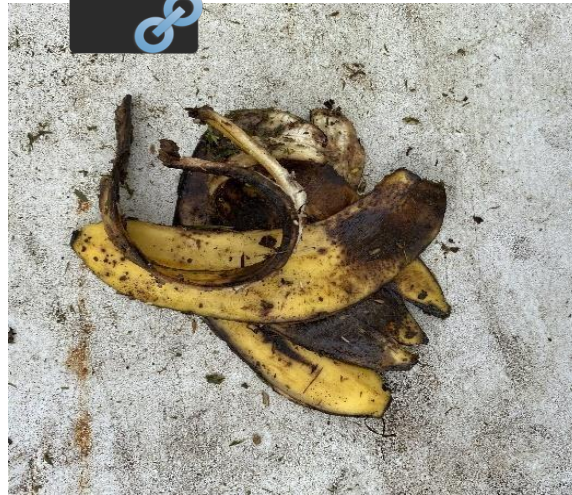
2.1.3 Sampah Organik

Sampah Organik adalah sampah yang berasal dari sisa makhluk hidup (alam) seperti manusia, hewan, atau tumbuhan yang telah membusuk atau lapuk. Ini dianggap sebagai sampah yang ramah lingkungan, karena bakteri dapat secara alami mengurainya dan berlangsung lama. Tetapi apabila sampah tidak dikelola dengan benar akan menimbulkan penyakit dan bau yang kurang sedap hasil dari pembusukan sampah organik yang cepat [9]. Contoh dari sampah organik adalah nasi, kulit buah, buah dan sayuran busuk, ampas teh atau kopi, bangkai hewan, dan kotoran hewan atau manusia [10].

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Gambar 2.1 menunjukkan sampah organik, yang merupakan jenis limbah yang dapat terurai secara alami :



Gambar 2.1 Sampah Organik

2.1.4 Sampah Non-Organik

Sampah Non-Organik berasal dari sisa manusia yang sulit diuraikan oleh bakteri, dan membutuhkan waktu ratusan tahun untuk diuraikan[9]. Contoh dari sampah non-organik yaitu plastik, kaca, baja, logam dan lain-lain [11]. Gambar 2.2 sampah non-organik, yang merupakan jenis limbah yang sulit untuk diurai seperti berikut :



Gambar 2.2 Sampah Non-organik

Protected by PDF Anti-Copy Free

2.1.5 **(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)** *Deep Learning*

Deep Learning merupakan cabang ilmu *machine learning* berbasis Jaringan Saraf Tiruan atau bisa dikatakan sebagai perkembangan JST. Dalam *Deep Learning* sebuah komputer belajar mengklasifikasi secara langsung dari gambar atau suara. *Deep Learning* terdiri dari beberapa lapisan tersembunyi yang juga merupakan bagian dari kecerdasan buatan yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi kehidupan nyata [12][13].

2.1.6 *Image Processing*

Image Processing adalah proses untuk mengubah kualitas atau kuantitas gambar sehingga dapat diidentifikasi dan diberi rentang nilai untuk digunakan dalam klasifikasi data gambar atau citra [14]. Suatu metode yang digunakan untuk memproses atau memanipulasi gambar dalam bentuk dua dimensi *image processing* dapat juga dikatakan segala operasi untuk memperbaiki, menganalisa, atau mengubah suatu gambar[15].

2.1.7 *Python*

Python adalah bahasa pemrograman yang paling mudah dipahami dan memiliki kemampuan untuk melakukan eksekusi multiguna secara langsung dengan metode orientasi objek [18]. Bahasa pemrograman berorientasi objek ini biasanya digunakan untuk merampingkan kumpulan data kompleks yang besar, bahasa ini memungkinkan untuk membuat data model, mensistematikan kumpulan data, membuat algoritma yang didukung oleh *Machine Learning*, layanan *web*, untuk menyelesaikan berbagai tugas dalam waktu singkat [19].

Protected by PDF Anti-Copy Free

2.1.8 **(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)** *Google Colab*

Google Colab adalah platform komputasi berbasis *cloud* milik *Google* memungkinkan pengguna mengeksekusi kode *Python* dalam lingkungan berbasis *cloud* tanpa perlu menginstall atau mengatur lingkungan lokal mereka sendiri. Peneliti, pengembang, dan ilmuwan data sering menggunakan *Google Colab* untuk melakukan berbagai tugas, seperti pemrosesan data, analisis data, dan pelatihan model mesin [20]. Selain itu, *Google Colab* bisa digunakan secara bersama-sama oleh pengembang aplikasi, sehingga sangat mendukung kolaborasi antar anggota tim [21].

2.1.9 *Convolutional Neural Network (CNN)*

Convolutional Neural Network (CNN) adalah arsitektur *deep learning* yang sering digunakan untuk mengatasi masalah klasifikasi gambar. Selain itu, penggunaan teknik *pre-processing* pada data dapat membantu meningkatkan performa model dengan memperkaya variasi data [22].

Secara teknis, *Convolutional Neural Network (CNN)* adalah sebuah arsitektur yang dapat dilatih dan terdiri dari beberapa tahap. Masukan (*input*) dan keluaran (*output*) dari setiap tahap terdiri dari beberapa array yang disebut *feature map* [23]. CNN memiliki beberapa lapisan, yaitu *convolutional layer*, *non-linearity layer*, *pooling layer* dan *fully connected layer* [24].

2.1.10 *DenseNet*

Dense convolutional networks (DenseNet) struktur ini dibangun dari masing-masing *layer* yang terhubung dengan *layer* lainnya. *Dense Connection* merupakan bagian dari arsitektur *densenet* dan fungsinya untuk mengurangi terjadinya *overfitting* ketika jumlah data dalam skala besar [24].

Protected by PDF Anti-Copy Free

2.1.11 *Tensorflow* (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

TensorFlow adalah open source library untuk *machine learning* yang di *release* oleh *Google* yang mendukung beberapa bahasa pemrograman. Dalam *transfer learning*, *tensorflow* berperan untuk memproses *inception-v3* model untuk di *training* ulang menggunakan data yang baru dan kemudian menghasilkan *classifier* dengan komputasi yang cepat dan akurasi yang baik. *Tensorflow* dapat digunakan pada semua sistem operasi [27]. *Tensorflow* menyediakan *object detection* API untuk mempermudah pengembangan aplikasi *deep learning* untuk membuat perangkat lunak pendeteksi objek [28].

2.1.12 *Confusion Matrix*

Confusion Matrix adalah tabel yang menunjukkan berapa banyak data uji yang benar dan salah [29]. Dalam *Confusion Matrix* terdapat beberapa jenis yaitu akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score*. Akurasi adalah rasio prediksi benar terhadap keseluruhan data. Presisi adalah perbandingan nilai prediksi benar positif dibandingkan dengan total hasil prediksi positif. *Recall* adalah perbandingan nilai prediksi benar positif dengan seluruh data yang benar positif. *F1 Score* adalah perbandingan rata-rata nilai presisi dan *recall* yang dibebankan [30] Seperti pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 *Confusion Matrix*

		Kelas Prediksi	
		1	0
Kelas	1	TP	FN
Sebenarnya	0	FP	TN

Protected by PDF Anti-Copy Free
 (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Keterangan :



- TP (*True Positive*) = Jumlah dokumen dari kelas 1 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 1.
- TN (*True Negative*) = Jumlah dokumen dari kelas 0 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 0.
- FP (*False Positive*) = Jumlah dokumen dari kelas 0 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 1.
- FN (*False Negative*) = Jumlah dokumen dari kelas 1 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 0.

Rumus *confusion matrix* untuk menghitung *accuracy*, *precision*, dan *recall* seperti berikut ini :

$$\bullet \text{ Accuracy} = \frac{\square\square + \square\square}{\square\square + \square\square} \quad [1]$$

$$\bullet \text{ Precision} = \frac{\square\square}{\square\square + \square\square} \quad [2]$$

$$\bullet \text{ Recall} = \frac{\square\square}{\square\square + \square\square} \quad [3]$$

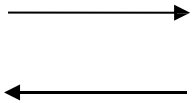

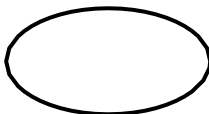

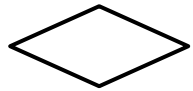



2.1.13 Bagan Alir (*Flowchart*)

Bagan alir (*flowchart*) adalah bagan yang menunjukkan alir program atau prosedur sistem yang dibangun. Alur intruksi sistem yang berjalan berurutan digambarkan dalam *flowchart* [31]. Contoh bagan alir (*flowchart*) dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini :

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Tabel 1.2 Bagan Alir (*Flowchart*)

SIMBOL	NAMA SIMBOL	FUNGSI
	Simbol <i>Flow Direction</i>	Simbol yang dipergunakan sebagai garis penghubung.
	Simbol Terminator	Simbol yang menunjukkan mulainya suatu kegiatan atau selesainya.
	Simbol <i>On Page Connector</i>	Simbol untuk keluar-masuk atau penyambung proses pada halaman atau lembar yang sama.
	Simbol <i>Processing</i>	Simbol yang menunjukkan proses pengolahan komputer.
	Simbol <i>Decision</i>	Simbol proses yang dipilih berdasarkan kondisi saat ini.
	Simbol <i>Input-Output</i>	simbol yang menunjukkan proses input dan output terlepas dari jenis peralatan.
	Simbol <i>Preperation</i>	Simbol untuk menyiapkan penyimpanan yang akan digunakan untuk pengolahan di dalam penyimpanan.
	Simbol <i>Predefine Process</i>	simbol yang pelaksanaan suatu bagian (sub-program)/prosedur.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

2.2 Penelitian Terdahulu Yang Relevan

Penelitian sebelumnya yang relevan dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan penelitian ini, ini dapat memperkaya teori yang mereka gunakan untuk mempelajari penelitian yang sedang dilakukan. Penelitian terdahulu yang relevan ditunjukkan di bawah ini.

Pertama, penelitian dilakukan oleh Abdurrahman Ibnul Rasidi, dkk. Permasalahan dalam penelitian adalah meningkatnya jumlah sampah di indonesia, termasuk sampah plastik yang menjadi tantangan serius bagi pengelolaan limbah. Peneliti menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*, sebuah teknik dalam *deep learning* untuk mengklasifikasi sampah menjadi 2 kategori yaitu organik dan anorganik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode CNN berhasil mengklasifikasikan sampah anorganik dengan akurasi 96% dan sampah organik dengan akurasi 62% [32].

Kedua, penelitian dilakukan oleh Andreas Nugroho Sihananto, dkk. Masalah dari penelitian ini yaitu meningkatnya jumlah sampah di indonesia, yang disebabkan oleh populasi besar dan beragam jenis limbah. Metode yang digunakan peneliti yaitu metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dalam sistem *computer vision* untuk memisahkan dan mendaur ulang sampah. Dalam penelitian ini, peneliti melatih model CNN dengan dataset yang terdiri dari 6 kelas sampah, total 6333 gambar, yang dibagi untuk pelatihan dan pengujian. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model CNN mampu mengidentifikasi jenis sampah dengan akurasi 83% pada data uji dan 61% pada validasi, meskipun ada tantangan dalam membedakan objek yang mirip [33].

Ketiga, penelitian ini dilakukan oleh Lut Faizal, dkk. Penelitian ini mengangkat permasalahan meningkatnya jumlah sampah plastik yang sulit didaur ulang, terutama karena pencampuran dengan jenis sampah lainnya. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti menggunakan *Faster R-CNN*, sebuah algoritma deteksi objek berbasis *deep learning*, untuk mendeteksi jenis sampah plastik, berat, dan informasi lokasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi berbagai jenis sampah plastik dengan akurasi

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

tinggi 96,3% untuk botol plastik, 100% untuk gelas plastik dan *styrofoam*, serta 84,2% untuk sendok plastik. Total akurasi sistem mencapai 96,3% [34].

Keempat, penelitian ini dilakukan oleh Fathoni Dwiatmoko, dkk. Masalah dari penelitian ini yaitu kurangnya pengetahuan publik tentang pemisahan jenis sampah yang dapat mengakibatkan tantangan serius dalam pengelolaan sampah. Metode yang digunakan yaitu *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk mengklasifikasikan dua jenis sampah, yaitu organik dan non-organik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model yang diterapkan mencapai akurasi sebesar 99% dengan nilai presisi, *recall*, dan *F1-Score*. Masing-masing juga mencapai 100% serta nilai *loss* yang sangat rendah yaitu 0,005 [35].

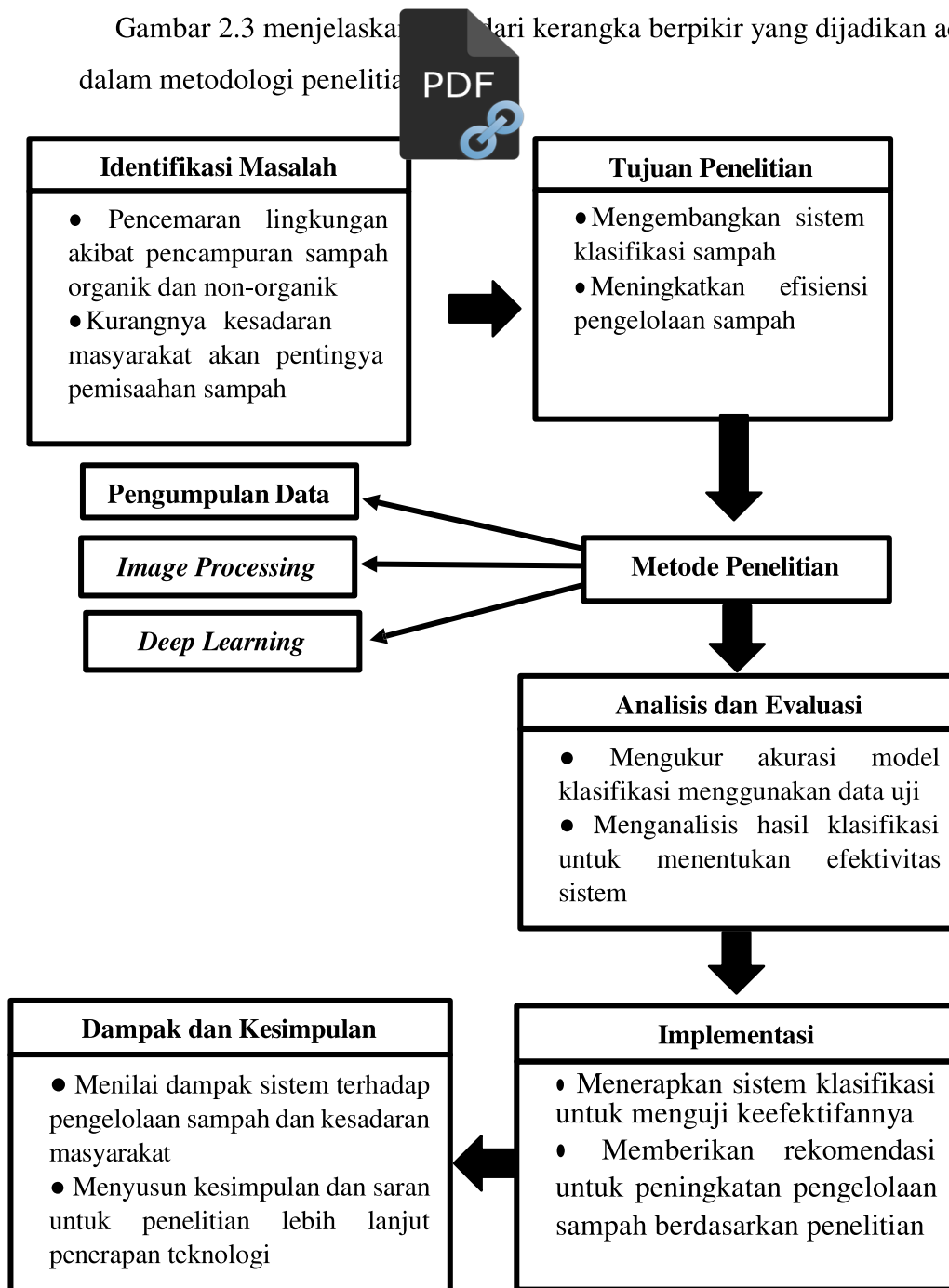
Kelima, penelitian ini dilakukan oleh Octavia Devi Safitri Sunanto, dkk. Penelitian ini mengangkat permasalahan di Indonesia sebagai salah satu penyumbang sampah plastik terbesar di dunia, yang disebabkan oleh rendahnya tingkat kesadaran masyarakat dalam pemisahan sampah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Convolutional Neural Network (CNN)* dalam mengklasifikasi gambar sampah organik dan anorganik. Pembagian data menjadi 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model CNN yang diterapkan mencapai akurasi 100% dalam mengklasifikasikan jenis sampah, sehingga dapat menyederhanakan dan mempercepat proses pemisahan sampah dalam tahap daur ulang [36].

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

2.3 Kerangka Berfikir

Gambar 2.3 menjelaskan kerangka berfikir dari kerangka berpikir yang dijadikan acuan dalam metodologi penelitian.



Gambar 2.3 Kerangka Berfikir



3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif. Dalam metode penelitian ini, penulis menyusun rencana kerja sebelum melakukan penelitian sehingga meningkatkan relevansi penelitian. Penelitian ini berfokus untuk mengukur dan menganalisis efektivitas sistem klasifikasi sampah organik dan non organik menggunakan model *deep learning* yang memanfaatkan teknik *image processing*.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

3.2.1 Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan suatu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membaca, mengutip, membuat dan mempelajari catatan, buku dan literatur dari bahan pustaka yang dapat mendukung dan merujuk pada penelitian.

3.2.2 Pengumpulan Dataset

Dalam tahap ini peneliti melakukan pengumpulan dataset melalui website *kaggle*. Yang digunakan peneliti yaitu sampah organik dan non organik. Dataset ini mencakup berbagai jenis sampah organik dan non-organik yang akan digunakan untuk *train* dan *test* model klasifikasi menggunakan metode *deep learning*.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

3.3 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem adalah aktivitas mengekstraksi fakta dan prinsip dari pengetahuan melalui pengumpulan, pencatatan, dan analisis data secara sistematis (baik aktivitas analisis, perancangan, pengujian, dan pengembangan). Pengembangan sistem ini akan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

a. Analisa Kebutuhan

Tahapan yang akan menjelaskan semua kebutuhan sistem, dari perancangan awal hingga proses pengujian.

b. Perancangan Sistem

Merancang arsitektur DenseNet-201 yang akan digunakan pada tahap ini.

c. Implementasi Arsitektur

Tahapan ini merupakan tahapan untuk menulis arsitektur DenseNet-201 ke dalam program komputer.

d. Pengujian

Tahapan ini merupakan tahapan untuk menguji arsitektur DenseNet-201 yang telah dibangun.

3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

3.4.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian penulis dilakukan di rumah saya sendiri yang beralamat di Gg. Rambai Kel. Taba Jemekeh Kec. Lubuklinggau Timur 1 Kota Lubuklinggau Prov. Sumatera Selatan.

3.4.2 Waktu Penelitian

Dalam menyelesaikan Skripsi ini, waktu penelitian yang dibutuhkan penulis ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut ini :

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
Tabel 2.1 Jadwal Kegiatan

No	Jenis Kegiatan	Waktu Penelitian																
		September 2024			Oktober		November 2024				Desember 2024				Januari 2025			
		1	2	3	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengajuan Judul																	
2	Pengumpulan Data																	
3	Penulisan Laporan																	
4	Proposal Bimbingan Proposal																	
5	Ujian Proposal Skripsi																	
6	Revisi Proposal																	
7	Pembuatan Sistem																	
8	Pengujian Sistem																	
9	Bimbingan Skripsi																	
10	Ujian Skripsi																	

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat

Dalam perancangan ini, alat yang dibutuhkan dibagi menjadi 2 macam, yaitu :

1. Perangkat Keras (*Hardware*) :
 - a. Laptop Acer
 - b. Printer Epson
 - c. Ram 4.00 gb
 - d. *Flash Disk*

2. Perangkat Lunak (*Software*) :
 - a. Sistem Operasi *Windows*
 - b. *Microsoft Office Word*
 - c. *Python*
 - d. *Google Colab*
 - e. *Software Mendeley Dekstop*
 - f. *Google Crome*

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

3.5.2 Bahan

Dalam perancangan dan Skripsi ini ada beberapa bahan pendukung yang digunakan yaitu

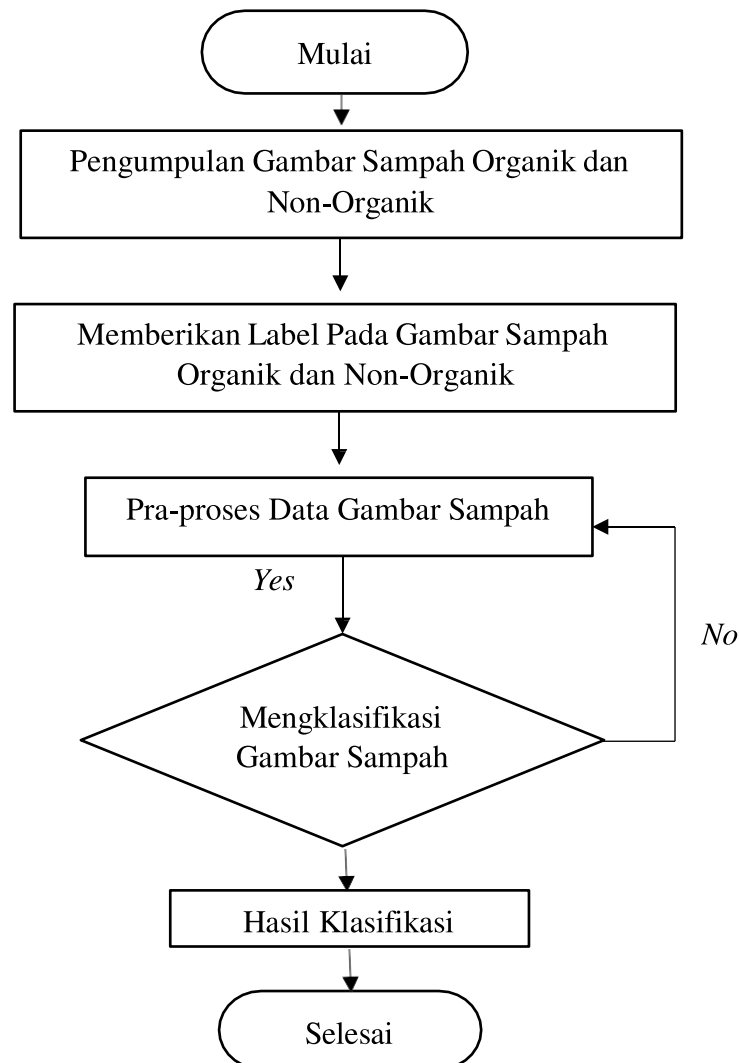
- Tinta Printer
- Kertas A4 80 Gram



3.6 Analisis Kebutuhan dan Analisis Sistem

3.6.1 Analisis Kebutuhan

Analisa kebutuhan adalah proses sistematis untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kebutuhan. Gambar 3.1 menjelaskan langkah untuk membuat analisis kebutuhan, antara lain:



Gambar 3.1 Flowchart Analisis Kebutuhan

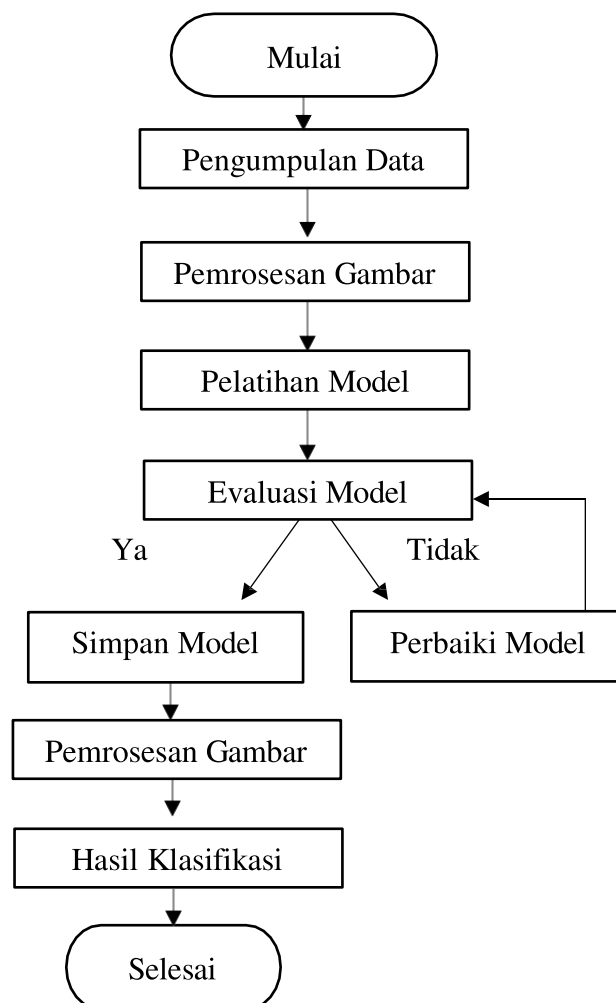
Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Berdasarkan *flowchart* diatas dalam penelitian ini, alur dari analisis kebutuhan dimulai dari pengumpulan data gambar sampah organik dan non-organik, Setelah itu memberikan label pada gambar sampah organik dan non-organik, langkah selanjutnya yaitu pra-proses data gambar yang dimana data gambar dapat diklasifikasikan, setelah mengetahui klasifikasi gambar sampah maka akan mendapatkan hasil klasifikasi, sampah tersebut masuk ke dalam kelas organik atau non-organik.

3.6.2 Analisis Sistem

Ada beberapa kebutuhan yang diperlukan agar sistem dapat berjalan dengan baik seperti pada gambar 3.2 berikut ini :

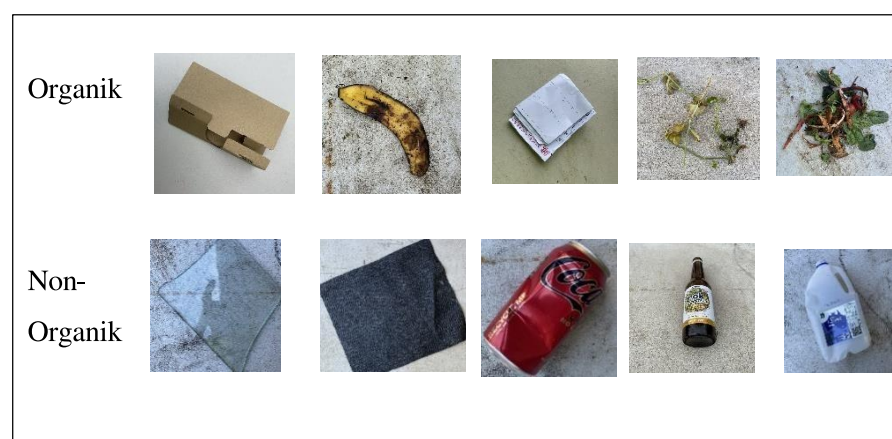


Gambar 3.2 *Flowchart* Analisis Sistem

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Pada *flowchart* yang ada diatas menjelaskan tentang rangkaian keseluruhan cara kerja dari proses sistem klasifikasi sampah organik dan non-organik. Langkah awal yaitu pengumpulan data yang dimana gambar sampah dari berbagai lokasi untuk mendapatkan dataset yang representatif. Setelah itu, gambar yang dikumpulkan dan diproses melalui teknik seperti *resizing* dan augmentasi untuk mempersiapkan data sebelum pelatihan model. Model *deep learning* kemudian dilatih menggunakan dataset yang telah diproses, dan setelah itu dievaluasi untuk menilai performanya melalui metrik seperti akurasi dan presisi. Jika model dinyatakan memuaskan maka model tersebut akan disimpan untuk digunakan dalam aplikasi. Dan jika tidak maka langkah perbaikan model yang diambil dengan mengumpulkan data tambahan atau menyesuaikan parameter, lalu kembali ke pelatihan. Setelah model siap, antarmuka pengguna disediakan untuk memungkinkan pengguna mengunggah gambar sampah yang kemudian diproses untuk memastikan kesesuaian dengan format model. Hasil klasifikasi ditampilkan kepada pengguna yang menunjukkan kategori organik atau non-organik beserta tingkat akurasi model. Berikut adalah contoh gambar 3.3 dari jenis sampah organik dan non-organik :



Gambar 3.3 Contoh Sampah Organik dan Non-Organik

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

3.7 Metode Pengujian Sistem

Pengujian sistem yang dilakukan penulis dalam penelitian ini ada beberapa metode, yaitu *confusion Matrix* (*Accuracy, Precision, Recall, dan F1-score*), *Classification Report*, *Receiver Operating Characteristic (ROC)*, *Area Under The Curve (AUC)*. yang berfungsi untuk mengklasifikasi sampah organik dan non-organik yang akan diuji.

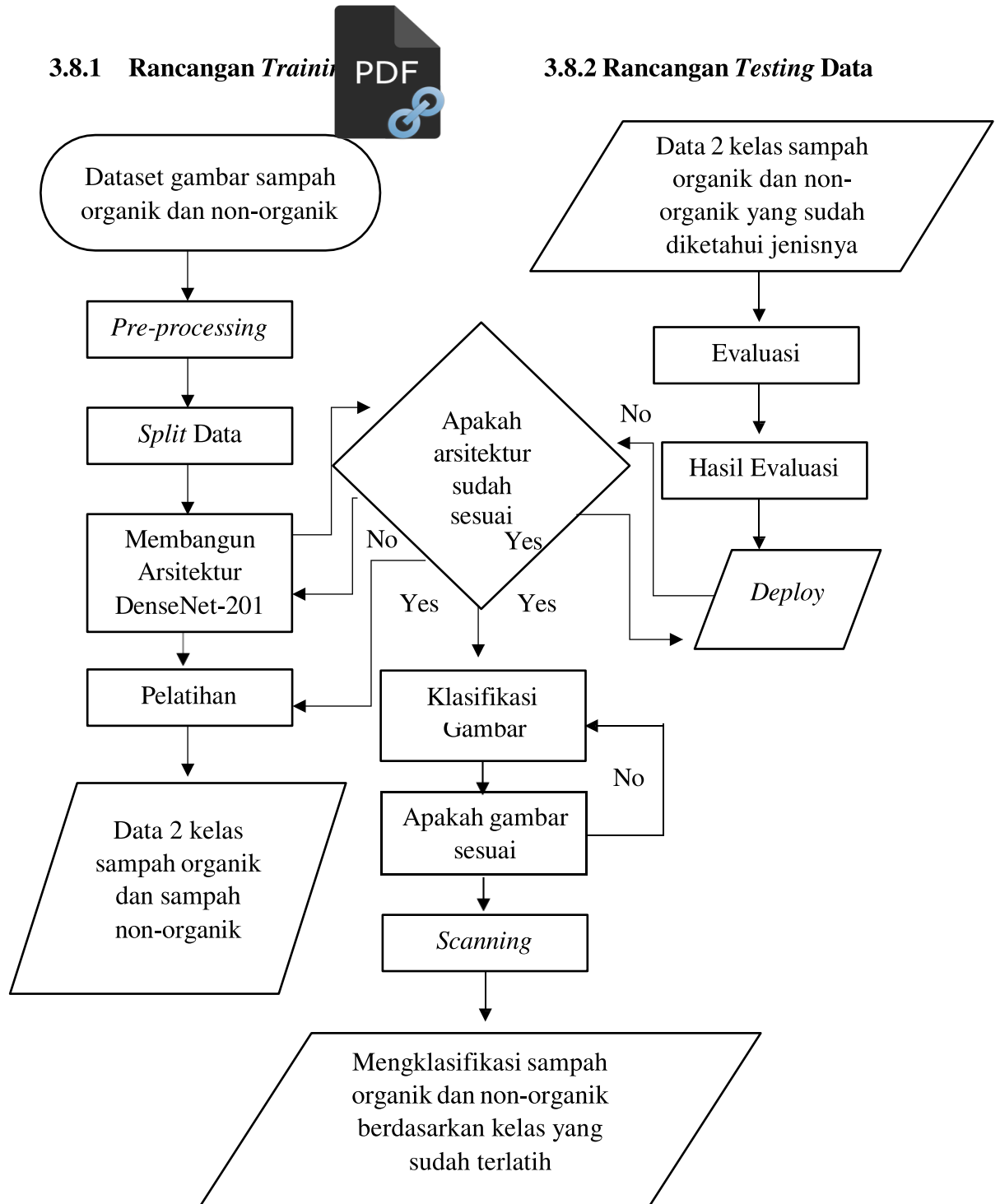
3.8 Rancangan Sistem

Rangkaian sistem merupakan suatu gambaran tentang sistem yang akan dijalankan, disini peneliti menggunakan Arsitektur DenseNet-201 untuk pengklasifikasian gambar hingga ke tahap *interface* menggunakan 2 data, yaitu *train* dan *test*.

Data *Train* digunakan untuk mencari model yang cocok untuk melatih algoritma, sedangkan data *Test* digunakan untuk menguji model [37]. Untuk lebih jelasnya kita dapat melihat rancangan training dan rancangan testing pada gambar 3.4 berikut ini :

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Gambar 3.4 *Training* dan *Testing* Data

Protected by PDF Anti-Copy Free (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Berdasarkan gambar diatas, kita dapat melihat rancangan sistem yang diawali dengan kumpulan dataset gambar sampah organik dan non-organik, langkah selanjutnya data yang telah dikumpulkan akan dilakukan *pre-processing*, yaitu proses *resize*, *augmentasi*, dan normalisasi. Setelah itu, *Split* data dimana peneliti melakukan pembagian data yaitu, data *train* 80% , data valid 10%, dan data *test* 10%. Setelah itu, maka kita akan ekspor data ke dalam DenseNet-201 untuk dilakukan proses *testing*, setelah dilakukan proses *training* ke DenseNet-201, maka kita akan mendapatkan sampah organik dan non-organik berupa 2 kelas yang sudah dilatih.

Setelah kita mendapatkan 2 kelas data sampah organik dan non-organik , maka akan kita lakukan *pre-processing* kedalam DenseNet-201 untuk dilakukan evaluasi model, evaluasi model sendiri merupakan proses pengujian data *test* dengan menggunakan *confusion Matrix*, *Classification Report* , *Receiver Operating Characteristic (ROC)*, *Area Under The Curve (AUC)*, digunakan untuk melihat hasil *precision*, *recall*, *f1-score* dan *accuracy* pada data dari model yang sudah dilatih. Setelah proses evaluasi model selesai, maka akan kita *test* atau pengujian gambar sampah organik dan non-organik untuk melihat apakah gambar yang sudah dilatih sesuai atau tidak, setelah proses pengujian gambar sesuai, maka langkah selanjutnya kita akan melakukan proses *scanning* gambar untuk menampilkan hasil, yaitu mengklasifikasikan sampah organik dan non-organik.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



4.1 Gambaran Umum

Penelitian ini berjudul tentang Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik Menggunakan *Deep Learning* dan *Image Processing*. Fokus penelitian ini adalah untuk mengatasi masalah pencampuran sampah organik dan non-organik yang sering terjadi di masyarakat, yang dapat menghambat proses daur ulang dan pengelolaan sampah yang efektif. Latar belakang penelitian ini menggambarkan bahwa sampah disebabkan oleh pertumbuhan populasi dan urbanisasi. Dan juga kesadaran masyarakat tentang pentingnya pemisahan sampah masih rendah, sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan edukasi dan pemahaman mengenai klasifikasi sampah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur akurasi arsitektur DenseNet-201 dalam mengklasifikasikan jenis sampah, serta untuk menyiapkan dataset gambar yang representatif untuk pelatihan model. Dengan meningkatkan pemahaman masyarakat tentang pentingnya pemisahan sampah, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengelolaan sampah yang lebih efisien dan berkelanjutan, serta mendukung upaya pelestarian lingkungan.

4.2 Hasil Penelitian

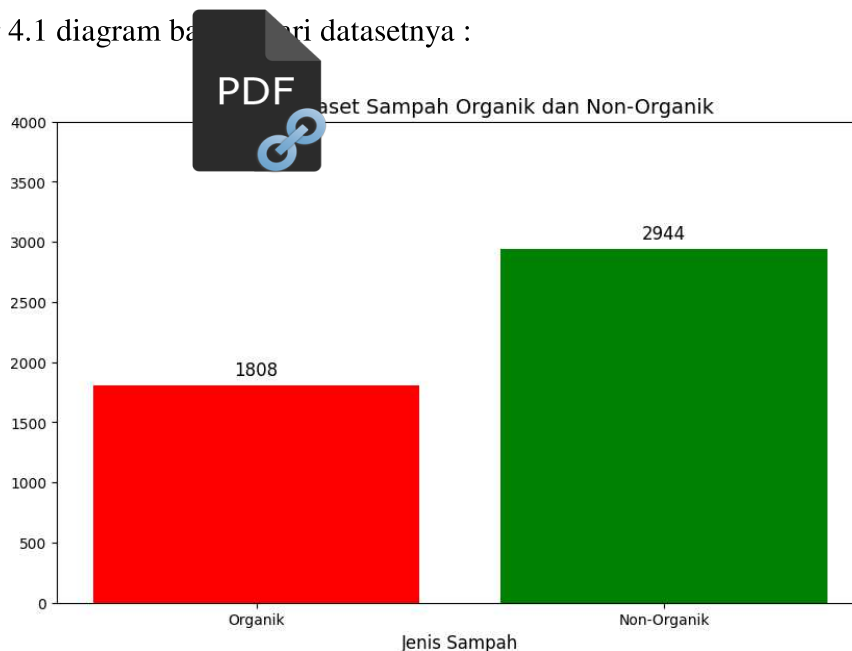
4.2.1 Pengambilan Dataset

Pada penelitian ini, data yang digunakan berupa dataset sampah organik dan non-organik yang terdiri dari 4.752 data yang mencakup 2 kelas yaitu organik dan non-organik. Dataset sampah organik berjumlah 1.808 gambar, dan sampah non-organik berjumlah 2.944 gambar. Sehingga total dari seluruh dataset dalam 2 kelas ini berjumlah 4.752 gambar. Proses pengumpulan data bersumber dari *website Kaggle*

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
<https://www.kaggle.com/datasets/joebeachcapital/realwaste>. Berikut ini

gambar 4.1 diagram bar yang menunjukkan distribusi datasetnya :



Gambar 4.1 Jumlah Sampah Organik dan Non-Organik

4.2.2 Import Library

Tahap ini adalah proses untuk mengimpor berbagai *library* dan modul. Modul seperti *os* dan *shutil* digunakan untuk manajemen *file*, sementara *numpy*, *matplotlib.pyplot*, dan *seaborn* digunakan untuk operasi numerik dan visualisasi data. Setelah itu, kode mengimpor fungsi dari *sklearn* untuk membagi dataset dan mengevaluasi model, serta modul keras untuk membangun arsitektur model dan melakukan augmentasi pada data gambar. Yang terakhir, kode ini menghubungkan *google drive* ke *colab* untuk akses file. Berikut adalah *code* untuk mengimpor *library* dan *upload google drive* pada *google colab* pada gambar 4.2 berikut ini :

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

```
[ ] import os
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from sklearn.metrics import confusion_matrix, classification_report
from sklearn.utils.class_weight import compute_class_weight
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
from tensorflow.keras.applications import DenseNet201
from tensorflow.keras.models import Model
from tensorflow.keras.callbacks import EarlyStopping, ReduceLROnPlateau, LearningRateScheduler
from tensorflow.keras.regularizers import l2
from google.colab import drive
```

Gambar 4.2 *Import Library dan Upload Google Drive*

4.2.3 *Split Data*

Split data merupakan proses pembagian dataset menjadi beberapa bagian, untuk data pelatihan 80%, data validasi 10%, dan data pengujian 10%. Tujuan dari pembagian data ini yaitu untuk melatih model pada satu *subset* dan menguji kemampuannya pada subset yang berbeda. Pembagian data ini untuk mencegah *overfitting* dan juga untuk mengevaluasi kinerja model secara objektif. Gambar 4.3 adalah dataset *distribution (train, test dan validation)* :

```
[ ] # Set direktori dataset
dataset_dir = '/content/drive/MyDrive/DATASET/GABUNG'
base_train_dir = '/content/drive/MyDrive/DATASET/GABUNG/train'
base_valid_dir = '/content/drive/MyDrive/DATASET/GABUNG/valid'
base_test_dir = '/content/drive/MyDrive/DATASET/GABUNG/test'

[ ] # Fungsi untuk memindahkan file gambar ke folder baru sesuai split
def copy_images_to_folder(filenamees, source_dir, target_dir):
    for filename in filenamees:
        img_path = os.path.join(source_dir, filename)
        if not os.path.exists(target_dir):
            os.makedirs(target_dir)
        shutil.copy(img_path, target_dir)

# Load data dari direktori dan split menjadi train, validation, dan test
def split_dataset(dataset_dir, train_dir, valid_dir, test_dir, split_ratio=(0.8, 0.1, 0.1)):

# List semua folder dalam dataset
class_labels = os.listdir(dataset_dir)

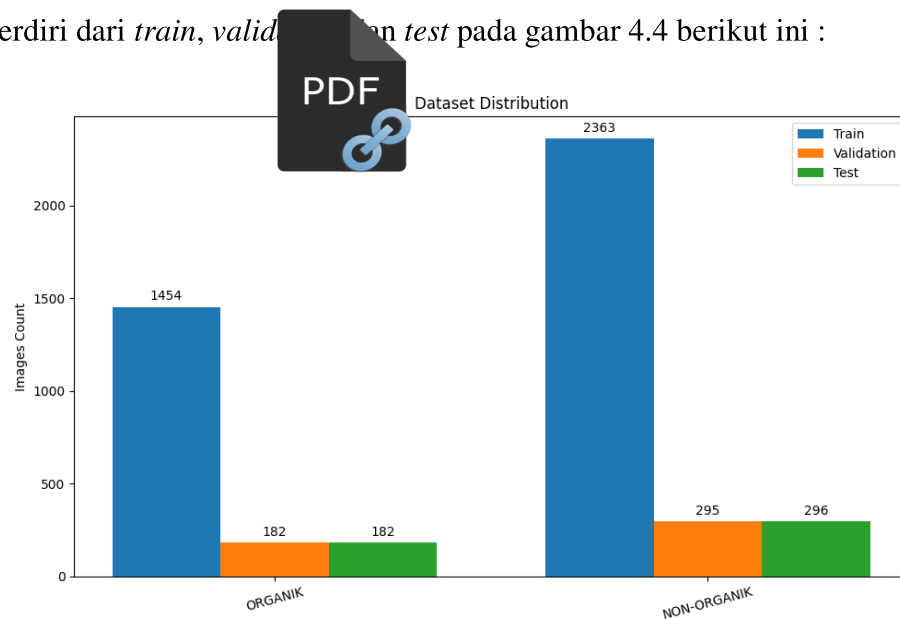
for label in class_labels:
    class_dir = os.path.join(dataset_dir, label)
    images = os.listdir(class_dir)
```

Gambar 4.3 *Codingan Split Data*

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Gambar 4.4 adalah grafik diagram batang dari hasil *split* data yang terdiri dari *train*, *validation*, dan *test* pada gambar 4.4 berikut ini :



Gambar 4.4 Hasil *Split* Data (*Train*, *Validation*, *Test*)

Split data diatas menunjukkan untuk data *train* sampah organik sebanyak 1.454 gambar, *validation* sampah organik sebanyak 182, dan *test* sampah organik sebanyak 182. Selanjutnya, untuk *split* data *train* sampah non-organik juga sebanyak 2.363, dengan *validation* di 295 dan *test* di 296. Pembagian data ini memastikan bahwa model dilatih dan diuji dengan proporsi yang seimbang, sehingga dapat meningkatkan akurasi model.

4.2.4 Pre-processing Data

4.2.4.1 Labelling Gambar

Perlabelan gambar ini dilakukan menggunakan DenseNet-201. Perlabelan sendiri merupakan pemberian nama pada gambar yang nantinya akan diperlukan sebagai dataset. Dalam penelitian ini, peneliti memberi nama dengan dua kategori, yaitu organik dan non-organik.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

4.2.4.2 *Resize* Gambar

Resize gambar merupakan proses megubah ukuran gambar agar memiliki resolusi yang konsisten. Tujuannya adalah untuk memudahkan analisis oleh model *deep learning*, seperti DenseNet-201. Dengan melakukan *resize*, maka beban komputasi berkurang sehingga dapat mempercepat waktu pelatihan model.

4.2.4.3 *Augmentation*

Setelah melakukan proses *resize* gambar, langkah selanjutnya adalah augmentasi gambar. Augmentasi adalah proses memperbanyak data gambar dengan menerapkan transformasi seperti rotasi, *flipping*, dan *zooming*. Proses ini dilakukan menggunakan pustaka seperti *Keras* atau *Tensorflow* untuk meningkatkan variasi dalam dataset, sehingga model *deep learning* seperti DenseNet-201 dapat belajar lebih baik dan meningkatkan akurasi. Gambar 4.5 adalah codingan dari *pre-processing* data, gambar 4.6 adalah output dari *pre-processing* data, sebagai berikut :

```
[15] # Augmentasi data untuk set pelatihan
train_datagen = ImageDataGenerator(
    rescale=1./255,
    rotation_range=40,
    width_shift_range=0.3,
    height_shift_range=0.3,
    shear_range=0.3,
    zoom_range=0.3,
    horizontal_flip=True,
    vertical_flip=True,
    fill_mode="nearest"
)

# Augmentasi data untuk set validasi dan pengujian
val_test_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1./255)

# Membuat generator untuk set pelatihan
train_generator = train_datagen.flow_from_directory(
    base_train_dir,
    target_size=(224, 224),
    batch_size=32,
    class_mode='categorical'
)
```

Gambar 4.5 Codingan *Pre-processing*

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

```
⇒ Found 3817 images belonging to 2 classes.
Found 477 images belonging to 2 classes.
Found 478 images belonging to 2 classes.
```

PDF

Gambar 4.8 Output dari *Pre-processing*

Gambar *output* dari *pre-processing* diatas menunjukkan hasil dari proses penghitungan gambar dalam dua kelas yang berbeda. Terdapat tiga *output* yang masing-masing mencantumkan jumlah gambar yaitu, gambar pertama berjumlah 3.817 yang termasuk dalam dua kelas. Kedua, terdapat 477 gambar, dan yang terakhir 478 gambar lainnya yang termasuk ke dalam dua kelas yang sama. Gambar 4.7 adalah *batch pre-processing* dan gambar 4.8 menunjukkan *output* dari *batch pre-processing* seperti berikut ini :

```
[ ] for data_batch, labels_batch in valid_generator:
    print("Data batch shape:", data_batch.shape)
    print("Labels batch shape:", labels_batch.shape)
    break
```

Gambar 4.7. *Batch Pre-Processing*

```
⇒ Data batch shape: (32, 224, 224, 3)
Labels batch shape: (32, 2)
```

Gambar 4.8 *Output Batch Pre-Processing*

Gambar *output batch pre-processing* menunjukkan bentuk *batch* data dan label yang digunakan dalam pelatihan model. Untuk data, bentuknya adalah (32, 224, 224, 3) yang artinya terdapat 32 gambar dalam satu *batch*, dimana setiap gambar memiliki dimensi 224 piksel lebar dan 224 piksel tinggi, serta terdiri dari 3 saluran warna (RGB). Sementara itu, untuk label adalah (32, 2) yang menunjukkan bahwa terdapat 32 label yang

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

sesuai dengan gambar dalam *batch* tersebut, di mana angka 2 mengindikasikan bahwa kelas yang digunakan dalam model.

4.2.5 Membangun Model

DenseNet201 adalah arsitektur jaringan saraf yang dirancang untuk klasifikasi gambar dengan menggunakan koneksi *dens* antar lapisan. Setiap lapisan terhubung ke semua lapisan sebelumnya yang memungkinkan aliran informasi yang lebih baik dan dapat mengurangi masalah *vanishing gradient*. Model ini terdiri dari beberapa blok konvolusi dan lapisan *pooling*, dan diakhiri dengan lapisan *fully connected* untuk klasifikasi. Berikut adalah Gambar 4.9 yaitu codingan untuk membangun model DenseNet201 seperti berikut ini:

```
[ ] # Build the Model
base_model = DenseNet201(weights='imagenet', include_top=False, input_shape=(224, 224, 3))
for layer in base_model.layers[:300]: # Freeze the first 300 layers
    layer.trainable = False

x = base_model.output
x = layers.GlobalAveragePooling2D()(x)
x = layers.Dropout(0.5)(x)
x = layers.Dense(1024, activation='relu', kernel_regularizer=l2(0.01))(x)
x = layers.Dropout(0.5)(x)
predictions = layers.Dense(len(train_generator.class_indices), activation='softmax')(x)
model = models.Model(inputs=base_model.input, outputs=predictions)
```

Gambar 4.9 Codingan untuk Membangun Model

Gambar codingan di atas digunakan untuk membangun model *deep learning* dengan menggunakan arsitektur DenseNet-201. Model ini memuat bobot yang telah dilatih sebelumnya dan tidak menyertakan lapisan atas (*include_top=False*) untuk memungkinkan penyesuaian. Dalam codingan tersebut, lapisan awal dari DenseNet-201 dibekukan (*layer.trainable=False*) untuk mempertahankan bobot yang ada, sedangkan lapisan tambahan seperti *GlobalAveragePooling2D* dan *Dense* ditambahkan untuk melakukan klasifikasi. Lapisan *dropout* juga diterapkan untuk mengurangi risiko *overfitting*. Dan diakhir, fungsi

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

aktivasi *softmax* digunakan pada lapisan *output* untuk menghasilkan probabilitas klasifikasi terhadap berbagai kelas. Gambar 4.10 adalah codingan dari kompilasi model sebagai berikut :



```
[ ] # Compile the Model
    model.compile(optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])
```

Gambar 4.10 Codingan *Compile Model*

Codingan di atas digunakan untuk mengkompilasi model Keras sebelum proses pelatihan. *Optimizer* adam dipilih karena efisiensinya dalam memperbarui bobot model dengan cepat. Fungsi kerugian *categorical_crossentropy* digunakan untuk masalah klasifikasi multi-kelas dengan label target dalam format pengkodean satu-hot. Matriks *accuracy* digunakan untuk melihat akurasi model selama pelatihan dan evaluasi, dan untuk mengetahui seberapa baik model dalam membuat prediksi yang benar. Gambar 4.11 yaitu codingan untuk melakukan callback seperti berikut ini :

```
[ ] # Callbacks
    early_stopping = EarlyStopping(monitor='val_loss', patience=10, restore_best_weights=True)
    reduce_lr = ReduceLROnPlateau(monitor='val_loss', factor=0.5, patience=5, min_lr=1e-6)
```

Gambar 4.11 Codingan *Callback*

Gambar di atas menunjukkan penggunaan *callback* di Keras untuk meningkatkan proses pelatihan model. *Callback* pertama, *EarlyStopping*, digunakan untuk menghentikan pelatihan jika tidak ada peningkatan dalam metrik validasi (*val_loss*) untuk sejumlah *epoch* tertentu (dalam hal ini, *patience* = 10). Hal ini membantu mencegah *overfitting* dengan

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
 menghentikan pelatihan ketika model tidak menunjukkan peningkatan.
Callback kedua, *ReduceLROnPlateau*, berfungsi untuk mengurangi *learning rate* (*factor=0.5*) ketika metrik validasi tidak membaik dalam jumlah *epoch* tertentu (*patience=5*).

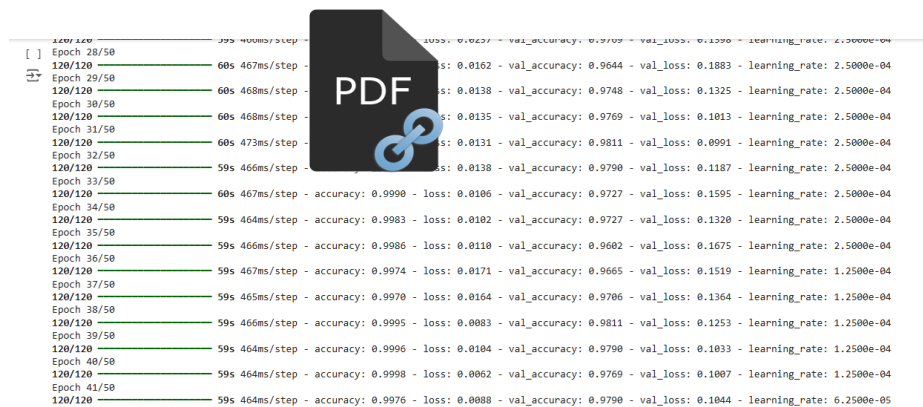
4.2.6 Pelatihan Model

Pelatihan model dilakukan selama sejumlah *epoch* yang telah ditentukan, dimana setiap *epoch* terdiri dari satu siklus penuh melalui seluruh dataset pelatihan. Selama proses ini, model secara bertahap belajar dari data dan mengoptimalkan bobot dan bias untuk meminimalkan kesalahan klasifikasi. Penggunaan lebih banyak *epoch* memungkinkan model untuk lebih baik dalam menangkap pola dalam data, tetapi juga perlu diimbangi dengan pengawasan untuk menghindari *overfitting*. Gambar 4.12 dibawah ini codingan untuk melakukan pelatihan model dan *epoch* dari pelatihan model dan gambar 4.13 adalah proses dari training model seperti berikut ini :

```
[ ] # Pelatihan model
    history = model.fit(
        train_generator,
        epochs=50,
        validation_data=valid_generator,
        callbacks=[early_stopping, reduce_lr],
        class_weight=class_weights
    )
```

Gambar 4.12 Codingan Pelatihan Model

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Gambar 4.13 Proses *Training* Model

Gambar di atas menunjukkan proses *training* yang dilakukan dalam 50 *epochs*, yang dimana tiap *epochs*-nya memiliki 120 *steps*, setiap *epoch*-nya memakan waktu rata-rata hingga 12.10 detik. Hasil akhir dari proses *training* ini adalah didapatkan akurasi pada *training* sebesar 99 % dan *validation* sebesar 97 %.

4.2.7 Evaluasi Model

Setelah model dilatih, maka akan dilakukan evaluasi untuk mengukur seberapa baik kinerjanya dengan menggunakan data uji, yang mencakup penghitungan metrik seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Untuk memastikan model dapat membuat prediksi yang akurat dan dapat diandalkan pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Berikut adalah gambar 4.14 codingan dari evaluasi model, antara lain :

```

[ ] # Evaluate on Test Set
test_loss, test_accuracy = model.evaluate(test_generator)
print(f'Test Accuracy: {test_accuracy:.2f}')

15/15 - 9s 584ms/step - accuracy: 0.9863 - loss: 0.0529
Test Accuracy: 0.99

```

Gambar 4.14 Evaluasi Model

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Gambar di atas menunjukkan proses evaluasi model menggunakan metode evaluasi di Keras. Di sini, model yang telah dilatih dievaluasi menggunakan data dari *data generator*. Hasil evaluasi menunjukkan akurasi validasi sebesar 99%, yang berarti model mampu mengklasifikasikan 99% data validasi dengan benar. Waktu yang dibutuhkan untuk evaluasi juga ditampilkan, menunjukkan efisiensi dalam pengujian model.

4.2.8 Menyimpan Model

Setelah model dilatih dan dievaluasi, langkah selanjutnya adalah menyimpan model tersebut ke dalam *file*, sehingga dapat digunakan kembali di masa depan tanpa perlu melatih ulang. Berikut adalah gambar 4.15 codingan untuk menyimpan model sebagai berikut :

```
[ ] # Menyimpan model
model_save_path = '/content/drive/MyDrive/DATASET/model/Sampah_klasifikasi.h5'
model.save(model_save_path)
print(f"Model saved to {model_save_path}")
```

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via 'model.save()' or 'keras.saving.save_model(model)'. This file format is considered legacy. We recommend using 'model.save(filepath, overwrite=True)' or 'keras.saving.save_model(model, filepath, overwrite=True)' instead.

Model saved to /content/drive/MyDrive/DATASET/model/Sampah_klasifikasi.h5

Gambar 4.15 Menyimpan Model

Gambar di atas menunjukkan kode untuk menyimpan dalam format HDF5. Kode ini menyimpan model yang telah dilatih ke dalam *file* dengan ekstensi *.h5*, yang umum digunakan dalam *framework* seperti Keras. Dengan menyimpan model dalam format ini agar dapat digunakan kembali di kemudian waktu.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark) 4.2.9 Visualisasi Hasil

Visualisasi hasil digunakan untuk memperlihatkan kinerja model dengan cara membuat *plot* yang menunjukkan akurasi pelatihan dan pengujian, serta *plot* yang membandingkan prediksi model dengan nilai sebenarnya, sehingga dapat memudahkan dalam menganalisis dan memahami efektivitas model yang telah dibangun. Dibawah 4.16 ini adalah codingan dan gambar 4.17 yaitu visualisasi hasil *accuracy* dan *loss* sebagai berikut :

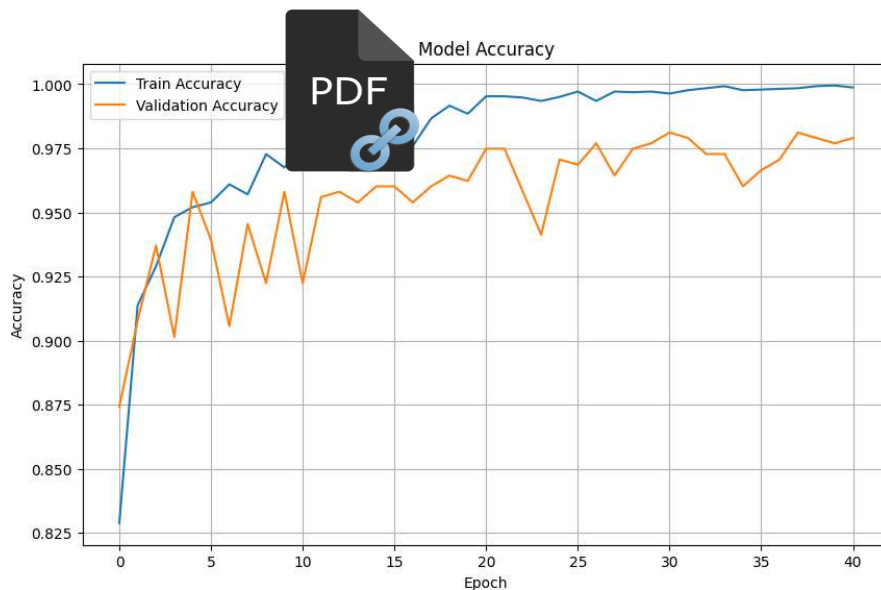
```
[ ] import matplotlib.pyplot as plt

# Fungsi untuk menampilkan grafik akurasi
def plot_accuracy(history):
    plt.figure(figsize=(10, 6))
    plt.plot(history.history['accuracy'], label='Train Accuracy')
    plt.plot(history.history['val_accuracy'], label='Validation Accuracy')
    plt.title('Model Accuracy')
    plt.ylabel('Accuracy')
    plt.xlabel('Epoch')
    plt.ylim(bottom=0, top=1)
    plt.legend(loc='best')
    plt.grid(True)
    plt.show()

# Fungsi untuk menampilkan grafik loss
def plot_loss(history):
    plt.figure(figsize=(10, 6))
    plt.plot(history.history['loss'], label='Train Loss')
    plt.plot(history.history['val_loss'], label='Validation Loss')
    plt.title('Model Loss')
    plt.ylabel('Loss')
    plt.xlabel('Epoch')
    plt.ylim(bottom=0, top=2)
```

Gambar 4.16 Codingan Visualisasi Hasil *Accuracy* dan *Loss*

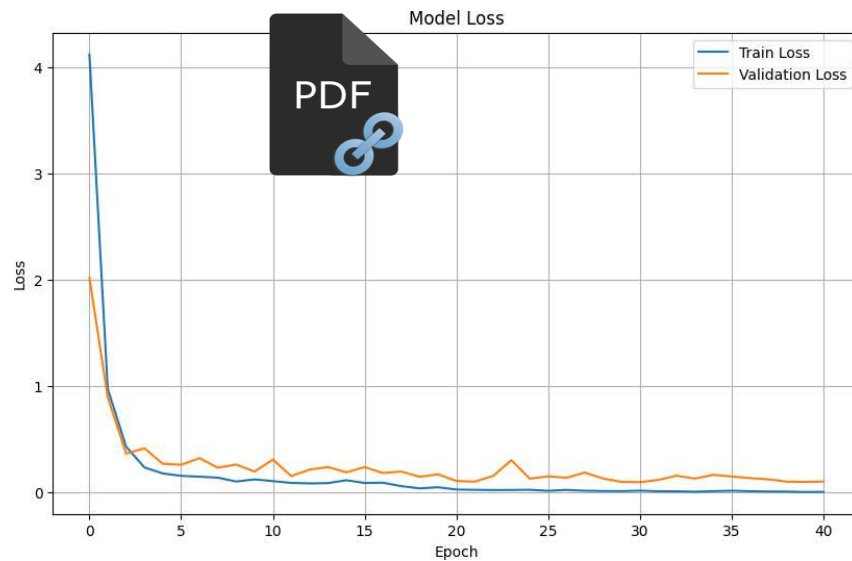
Protected by PDF Anti-Copy Free
 (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Gambar 4.17 Visualisasi Hasil *Accuracy*

Grafik ini menunjukkan akurasi model selama proses pelatihan, dengan sumbu x mewakili jumlah *epoch* dan sumbu y menunjukkan nilai akurasi. Terdapat dua garis yang satu untuk *train accuracy* dan satu lagi untuk *validation accuracy*. Dari grafik, terlihat bahwa *train accuracy* meningkat secara konsisten dan mendekati 1.0, sementara *validation accuracy* juga meningkat tetapi mengalami beberapa fluktuasi. Ini menunjukkan bahwa model berhasil belajar dari data pelatihan. Perbedaan antara *train accuracy* dan *validation accuracy* yang semakin kecil mengindikasikan bahwa model tidak mengalami *overfitting*. Dibawah ini adalah gambar 4.18 adalah visualisasi hasil model *loss* sebagai berikut :

Protected by PDF Anti-Copy Free
 (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Gambar 4.18 Visualisasi Hasil *Loss*

Grafik ini menunjukkan perkembangan *loss* model selama proses pelatihan, dengan sumbu x mewakili jumlah *epoch* dan sumbu y menunjukkan nilai *loss*. Dua garis ditampilkan yang satu untuk *train loss* dan satu lagi untuk *validation loss*. Dari grafik, terlihat bahwa *validation loss* menurun dengan cepat pada awal *epoch* dan stabil pada nilai rendah, sementara *train loss* juga menurun tetapi dengan fluktuasi yang lebih kecil. Ini menunjukkan bahwa model belajar dengan baik. Gambar 4.19 ini menunjukkan codingan AUC dan ROC serta Grafik dari ROC, antara lain :

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn import datasets
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.metrics import roc_auc_score

# Menghasilkan dataset
X, y = datasets.make_classification(n_samples=1000, n_features=20, random_state=42)

# Membagi data menjadi data pelatihan dan pengujian
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.3, random_state=42)

# Melatih model
model = LogisticRegression()
model.fit(X_train, y_train)

# Memprediksi probabilitas
y_score = model.predict_proba(X_test)[:, 1]

# Menghitung AUC
auc_value = roc_auc_score(y_test, y_score)

# Menampilkan nilai AUC
print("Nilai AUC:". auc value)

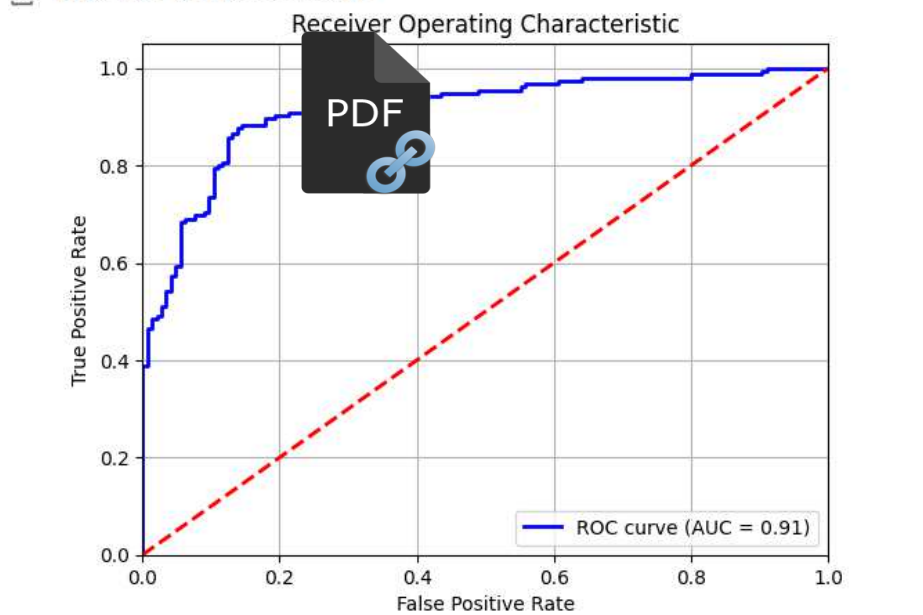
```

Gambar 4.19 Codingan AUC dan ROC

Gambar di atas menunjukkan yang menggunakan berbagai pustaka untuk membangun dan mengevaluasi model regresi logistik. Pertama, pustaka *numpy*, *matplotlib*, dan *sklearn* diimpor. Kemudian, dataset sintetis dibuat menggunakan fungsi *make_classification*, dengan 1.000 sampel dan 20 fitur. Data tersebut dibagi menjadi set pelatihan dan pengujian. Model regresi logistik dilatih menggunakan data pelatihan, dan probabilitas prediksi dihitung untuk data pengujian. Terakhir, nilai *Area Under the Curve* (AUC) dievaluasi untuk mengukur kinerja model dalam klasifikasi, memberikan gambaran tentang seberapa baik model dapat membedakan antara kelas-kelas yang berbeda. Gambar 4.20 adalah grafik dari ROC, antara lain :

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Gambar 4.20 Grafik *Receiver Operating Characteristic*(ROC)

Grafik di atas menunjukkan kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) yang menggambarkan kinerja model klasifikasi. Sumbu horizontal mewakili *False Positive Rate* (FPR), sedangkan sumbu vertikal mewakili *True Positive Rate* (TPR). Garis biru menunjukkan kurva ROC, yang mendekati sudut kiri atas. Yang menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang baik untuk membedakan antara kelas positif dan negatif. Nilai *Area Under the Curve* (AUC) sebesar 0.91 yang menunjukkan bahwa model memiliki akurasi yang tinggi dalam klasifikasi, dengan area lebih dekat ke 1 menunjukkan performa yang baik. Garis merah putus-putus menunjukkan garis acak, yang menjadi pembandingan untuk evaluasi model.

Protected by PDF Anti-Copy Free

4.2.9.1 Visualisasi *Confusion Matrix* (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Visualisasi *confusion matrix* digunakan untuk menggambarkan hasil prediksi model klasifikasi dengan menunjukkan jumlah prediksi yang benar dan salah untuk setiap kelas, sehingga kita dapat dengan mudah melihat dimana model membuat kesalahan dan bagaimana performanya dalam mengklasifikasi data. Gambar 4.21 adalah codingan dari visualisasi *confusion matrix* seperti berikut ini :

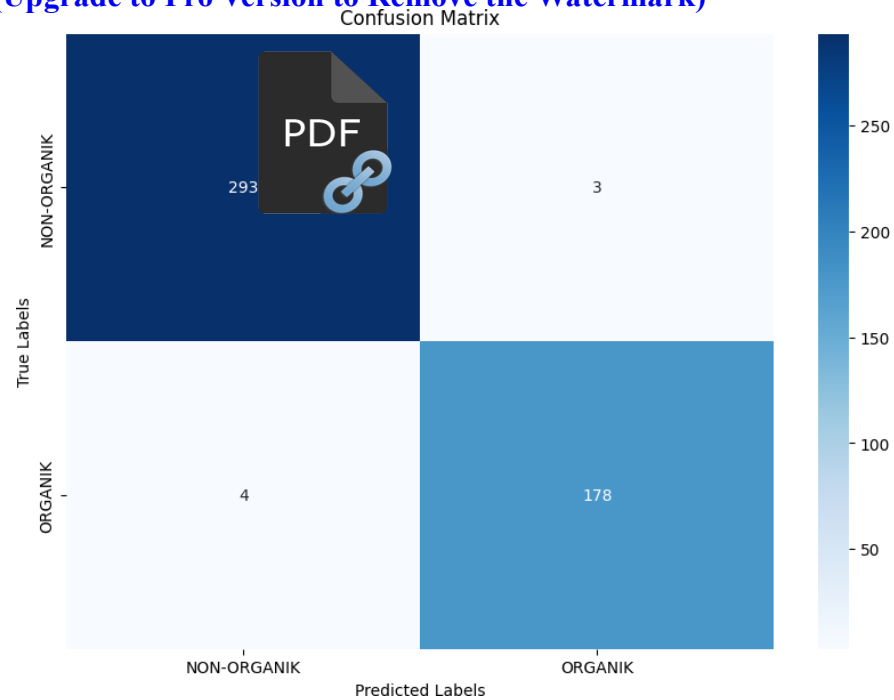
```
[ ] # Confusion Matrix
cm = confusion_matrix(test_generator.classes, predicted_classes, labels=list(test_generator.class_indices.values()))
plt.figure(figsize=(10, 7))
sns.heatmap(cm, annot=True, fmt='d', cmap='Blues', xticklabels=test_generator.class_indices.keys(),
            yticklabels=test_generator.class_indices.keys())
plt.xlabel('Predicted Labels')
plt.ylabel('True Labels')
plt.title('Confusion Matrix')
plt.show()
```

Gambar 4.21 Codingan Visualisasi *Confusion Matrix*

Codingan di atas berfungsi untuk menghasilkan dan menampilkan *confusion matrix* yang digunakan dalam evaluasi performa model klasifikasi. Pertama, fungsi *confusion_matrix* digunakan untuk menghitung jumlah prediksi benar dan salah berdasarkan hasil model dan label sebenarnya. Kemudian, *sns.heatmap* dari *library Seaborn* digunakan untuk membuat visualisasi *confusion matrix* dalam bentuk *heatmap* dengan penyesuaian ukuran dan label sumbu untuk memberikan informasi yang jelas tentang label yang diprediksi serta label sebenarnya. Terakhir, *plt.show()* digunakan untuk menampilkan visualiasasi tersebut. Berikut adalah gambar 4.22 dari hasil Visualisasi *Confusion Matrix* sebagai berikut :

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Gambar 4.22 Visualisasi *Confusion Matrix*

Confusion matrix pada gambar di atas menunjukkan kinerja model klasifikasi untuk dua kelas, non-organik dan organik. Dari matriks tersebut, terlihat bahwa model berhasil mengklasifikasikan 293 data non-organik dengan benar (*True Negative*) dan 178 data organik dengan benar (*True Positive*). Namun, terdapat 3 data non-organik yang salah diklasifikasikan sebagai organik (*False Positive*) dan 4 data organik yang salah diklasifikasikan sebagai non-organik (*False Negative*). Evaluasi ini memberikan informasi penting untuk menghitung metrik seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*, yang dapat membantu memahami kinerja model secara keseluruhan dan mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan. Berikut ini adalah contoh gambar 4.23 dari codingan untuk menampilkan *classification report* sebagai berikut :

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

```
[1] Classification Report
print('Classification Report:')
print(classification_report(test_generator.classes, predicted_classes, target_names=test_generator.class_indices.keys()))
```

Gambar PDF Codingan *Classification Report*

Gambar di atas menunjukkan kode untuk menghasilkan *classification report* sebuah model *deep learning*, yang memberikan matrik evaluasi seperti *precision*, *recall*, *f1-score* dan juga *support*. Selanjutnya, fungsi *classification_report* dari *library sklearn.metrics* dipanggil dengan beberapa parameter penting. Parameter yang pertama adalah *test_generator.classes*, yang berisi label kelas sebenarnya dari data uji. Parameter kedua adalah *predicted_classes*, yang berisi label kelas hasil prediksi dari model. Dan parameter terakhir *target_names=test_generator.class_indices.keys()*, digunakan untuk memberikan nama kelas berdasarkan indeks yang disediakan oleh *test_generator.class_indices*. Hasil laporan klasifikasi kemudian dicetak, memberikan metrik yang jelas tentang kinerja model untuk kedua kelas tersebut. Gambar 4.24 menjelaskan hasil dari *classification report*, seperti berikut ini :

Classification Report:				
	precision	recall	f1-score	support
NON-ORGANIK	0.99	0.99	0.99	296
ORGANIK	0.98	0.98	0.98	182
accuracy			0.99	478
macro avg	0.98	0.98	0.98	478
weighted avg	0.99	0.99	0.99	478

Gambar 4.24 Hasil *Classification Report*

Gambar di atas adalah hasil *classification report* yang memberikan metrik kinerja untuk 2 kelas yaitu non-organik dan organik. Metrik yang ditampilkan terdiri dari *precision*, *recall*, dan *F1-score*, yang masing-masing menggambarkan ketepatan prediksi, sensitivitas model dalam

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

mendeteksi kelas tertentu, dan keseimbangan antara *precision* dan *recall*.

Untuk kelas non-organik nilai *precision*, *recall* dan *f1-score* adalah 0.99, sedangkan untuk kelas organik nilainya 0.98. *Accuracy* model mencapai 0.99 yang menunjukkan 99% dari prediksi model benar. Selain itu, rata-rata metrik dihitung dalam bentuk *macro average* (rata-rata sederhana dari semua kelas) dan *weighted average* (rata-rata tertimbang berdasarkan jumlah sampel di setiap kelas). Total jumlah data uji adalah 478 dengan 296 data non-organik dan 182 data organik. Evaluasi ini menunjukkan bahwa model memiliki performa yang sangat baik.

4.2.9.2 Klasifikasi

Klasifikasi adalah tahapan untuk melakukan analisis gambar yang akan dilakukan pengklasifikasian, yang dimana hasil dari klasifikasi tersebut masuk kedalam kategori sampah organik atau sampah non-organik. Berikut adalah contoh gambar 4.25 folder klasifikasi yang terdiri dari beberapa dataset gambar sampah organik dan non-organik :



Gambar 4.25 Folder Klasifikasi

Gambar di atas menunjukkan folder yang diberi nama Klasifikasi. Di dalam folder ini, terdapat beberapa gambar sampah yang akan dilakukan klasifikasi, yang berarti gambar-gambar tersebut akan dianalisis untuk mengidentifikasi jenis sampahnya organik dan non-organik. Folder ini berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan gambar yang akan diproses dalam sistem klasifikasi sampah. Gambar 4.26 adalah contoh

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
 codingan untuk klasifikasi sampah organik dan non-organik, seperti berikut ini :



```
[ ] # Memuat model yang telah dilatih
model_path = '/content/drive/MyDrive/DATASET/model/Sampah_klasifikasi.h5'
model = load_model(model_path)

# Fungsi untuk mempersiapkan gambar
def prepare_image(image_path, img_height=224, img_width=224):
    img = image.load_img(image_path, target_size=(img_height, img_width))
    img_array = image.img_to_array(img)
    img_array = np.expand_dims(img_array, axis=0)
    img_array /= 255.0
    return img_array

# Fungsi untuk mendapatkan kategori dan probabilitas
def get_category(predictions):
    categories = ['Non-Organik', 'Organik']
    predicted_index = np.argmax(predictions[0])
    predicted_prob = predictions[0][predicted_index] * 100 # Konversi ke persen
    return categories[predicted_index], predicted_prob

# Fungsi untuk menampilkan gambar, jenis sampah, dan akurasi
def display_image_with_results(image_path, category, accuracy):
    img = image.load_img(image_path)
    plt.imshow(img)
    plt.axis('off') # Matikan sumbu
    plt.title(f"Jenis Sampah: {category}\nAkurasi: {accuracy:.2f}%", fontsize=12, color='black')
    plt.show()
```

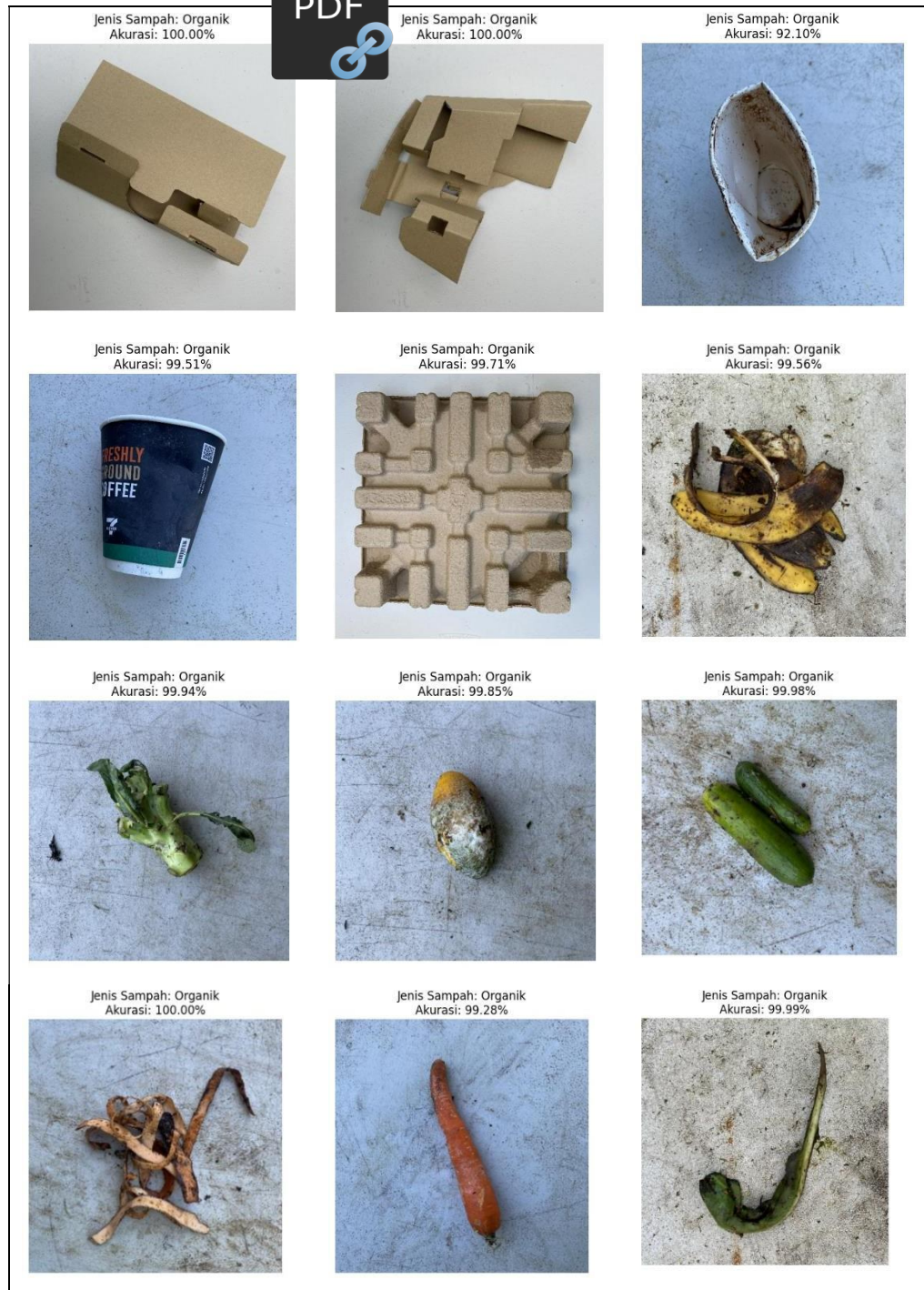
Gambar 4.26 Codingan Klasifikasi Sampah

Codingan di atas digunakan untuk mengklasifikasi kategori gambar menggunakan model *deep learning*. Pertama, model dimuat dari *file.h5*. Gambar disiapkan melalui fungsi *prepare_image*, yang mengubahnya menjadi format yang dapat diterima oleh model. Fungsi *predict* kemudian melakukan klasifikasi berdasarkan gambar. Hasil klasifikasi ditampilkan menggunakan fungsi *display_image_with_label*, yang menampilkan gambar beserta label dan probabilitas kategori. Kategori ditentukan oleh fungsi *get_category*, yang mengembalikan kategori dengan probabilitas tertinggi.

Gambar dari folder yang ditentukan diambil dan diproses satu per satu, dengan hasil yang disimpan dalam sebuah *Data Frame* dan ditampilkan dalam sebuah tabel yang mencakup jalur gambar, kategori yang diklasifikasi, dan probabilitas setiap kategori. Kode ini bertujuan untuk mengklasifikasikan gambar ke dalam “Organik” atau “Non-

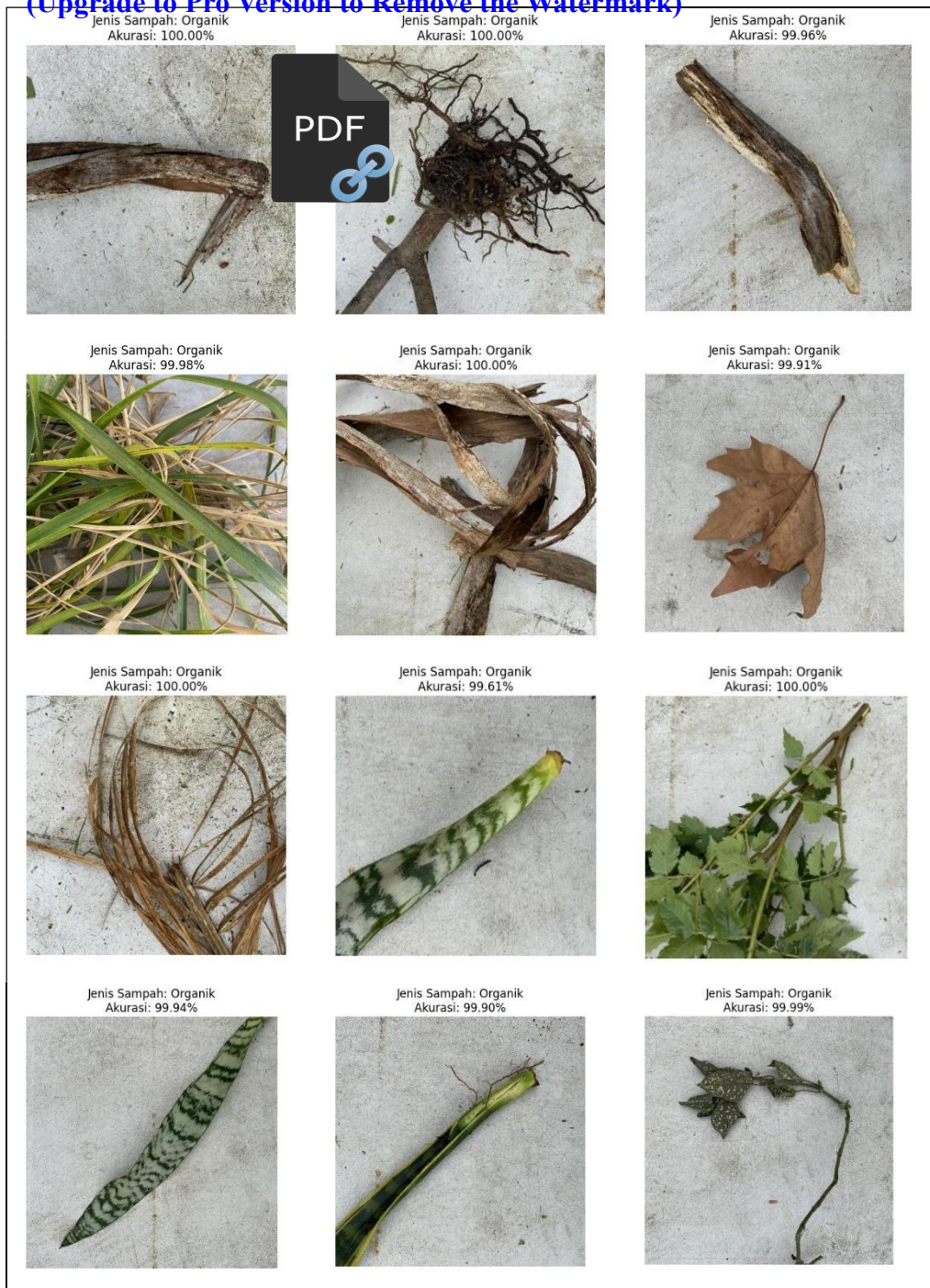
Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
Organik”. Gambar 4.27 adalah hasil dari klasifikasi sampah organik dan non-organik, seperti berikut ini :



Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)


















Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

<p>Jenis Sampah: Organik Akurasi: 99.98%</p> 	<p>Jenis Sampah: Organik Akurasi: 100.00%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 99.82%</p> 
<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 99.84%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 99.98%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 
<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 99.89%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 
<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 95.69%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 99.96%</p> 

Protected by PDF Anti-Copy Free


(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 99.72%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 99.98%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 
<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 98.78%</p> 
<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 99.99%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 
<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 99.99%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 
<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 99.98%</p> 	<p>Jenis Sampah: Non-Organik Akurasi: 100.00%</p> 

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Gambar 4.27 Hasil Klasifikasi Sampah Organik dan Non-organik



Tabel 4.1 Hasil dari Klasifikasi Sampah

Jenis Sampah	Jumlah Data	Benar	Salah
Non-Organik	25	25	0
Organik	25	25	0

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan hasil klasifikasi sampah, yang jenisnya terbagi menjadi 2 yaitu Non-Organik dan Organik, jumlah data setiap pengujiannya klasifikasi ini berjumlah 25 pada setiap kelasnya. Untuk sampah non-organik benarnya di 25 dan salahnya 0. Sementara, sampah organik benarnya 25 dan salah klasifikasi di 0 gambar.

4.3 Pembahasan

Setelah melakukan penelitian yang berjudul Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik Menggunakan *Deep Learning* dan *Image Processing* ini dapat disimpulkan bahwa, sistem yang dibuat dapat melakukan klasifikasian terhadap sampah organik dan non-organik. Model yang digunakan dalam sistem ini memiliki akurasi sebesar 99%.

Dataset yang digunakan terdiri dari 4.752 gambar, yang terbagi menjadi dua kelas, organik memiliki 1.808 gambar dan non-organik berjumlah 2.944. Proses *preprocessing* mencakup *labelling* gambar, perubahan ukuran untuk konsistensi dimensi, dan augmentasi untuk meningkatkan variasi dataset. Kemudian model dilatih selama 50 *epochs*, dengan rata-rata waktu *training* per *epoch* sekitar 12.10 detik. Untuk akurasi *training* sebesar 99% serta akurasi *validation* sebesar 98%. Untuk kelas non-organik, nilai *precision*, *recall* dan *f1-score* adalah 0.99, sedangkan untuk kelas organik nilainya 0.98. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem klasifikasi yang dikembangkan

Protected by PDF Anti-Copy Free

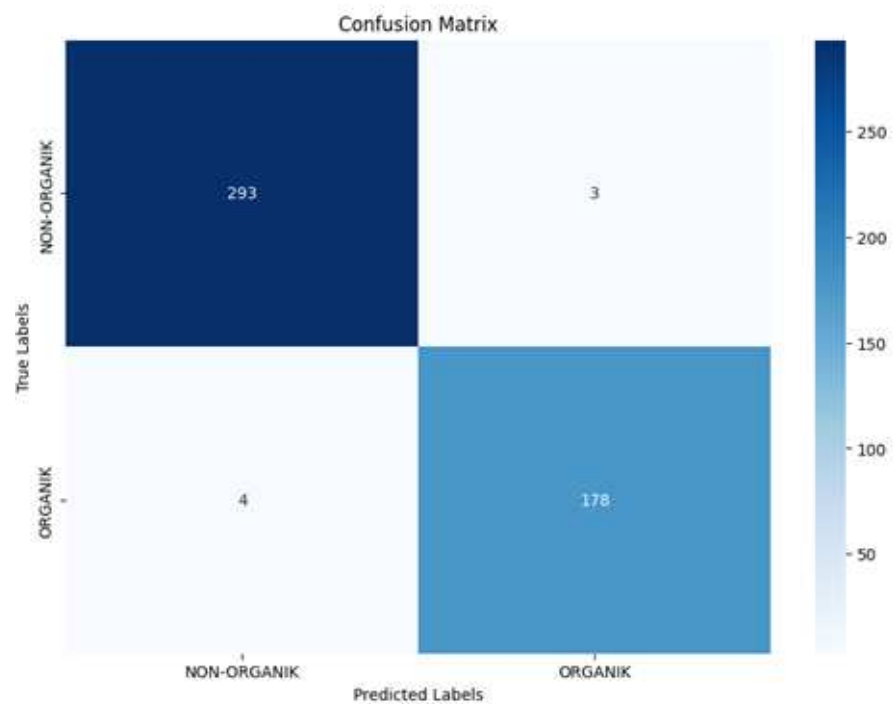
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

efektif dalam membedakan antara sampah organik dan non-organik, serta memberikan kontribusi dalam upaya pengelolaan sampah yang lebih baik.



4.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan beberapa metode, yaitu *Confusion Matrix* (*Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-score*), *Classification Report*, *Receiver Operating Characteristic (ROC)*, dan *Area Under The Curve (AUC)*. Gambar 4.28 menunjukkan hasil pengujian *confusion matrix*, seperti berikut ini :



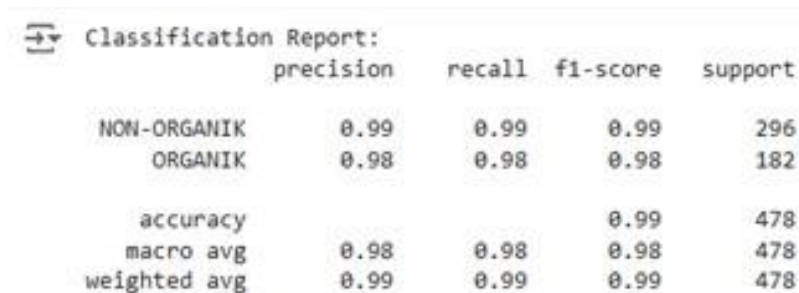
Gambar 4.28 Hasil Pengujian *Confusion Matrix*

Confusion matrix pada gambar di atas menunjukkan kinerja model klasifikasi untuk dua kelas, non-organik dan organik. Dari matriks tersebut, terlihat bahwa model berhasil mengklasifikasikan 293 data non-organik dengan benar (*True Negative*) dan 178 data organik dengan benar (*True*

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Positive). Namun, terdapat 3 data non-organik yang salah diklasifikasikan sebagai organik (*False Positive*) dan 4 data organik yang salah diklasifikasikan sebagai non-organik (*False Negative*). Evaluasi ini memberikan informasi penting untuk menghitung properti akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*, yang dapat membantu memahami kinerja model secara keseluruhan dan mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan. Gambar 4.29 berikut ini adalah contoh hasil dari *classification report* :



	precision	recall	f1-score	support
NON-ORGANIK	0.99	0.99	0.99	296
ORGANIK	0.98	0.98	0.98	182
accuracy			0.99	478
macro avg	0.98	0.98	0.98	478
weighted avg	0.99	0.99	0.99	478

Gambar 4.29 Hasil Pengujian *Classification Report*

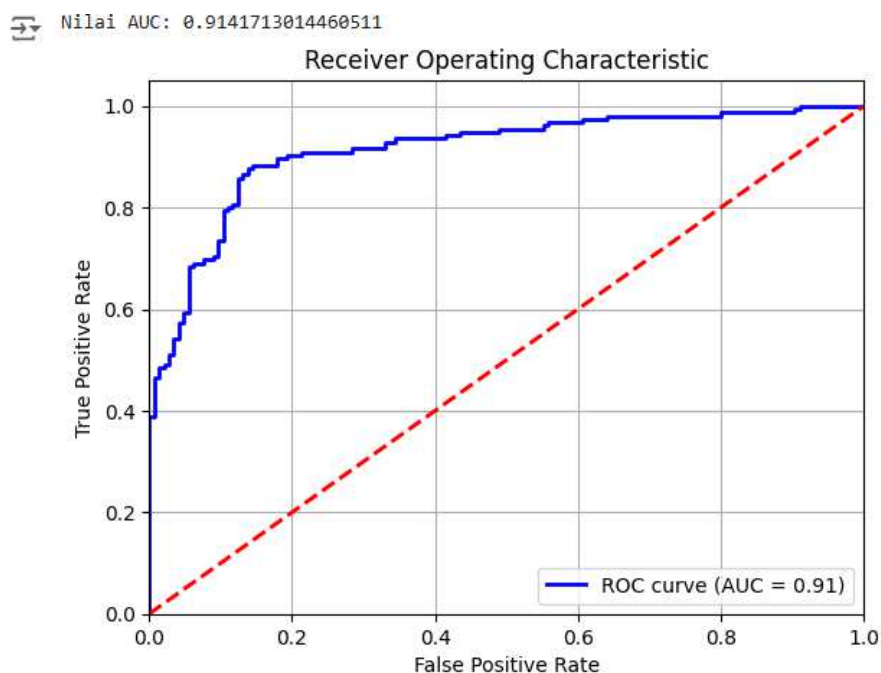
Gambar di atas adalah hasil *classification report* yang memberikan metrik kinerja untuk 2 kelas yaitu non-organik dan organik. Metrik yang ditampilkan terdiri dari *precision*, *recall*, dan *F1-score*, yang masing-masing menggambarkan ketepatan prediksi, sensitivitas model dalam mendeteksi kelas tertentu, dan keseimbangan antara *precision* dan *recall*. Untuk kelas non-organik, nilai *precision*, *recall* dan *f1-score* adalah 0.99, sedangkan untuk kelas organik nilainya 0.98. *Accuracy* model mencapai 0.99 yang menunjukkan bahwa 99% dari prediksi model benar.

Selain itu, rata-rata metrik dihitung dalam bentuk *macro average* (rata-rata sederhana dari semua kelas) dan *weighted average* (rata-rata tertimbang berdasarkan jumlah sampel di setiap kelas). Total jumlah data

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

uji adalah 478 dengan 296 data non-organik dan 182 data organik. Evaluasi ini menunjukkan bahwa model memiliki performa yang sangat baik. Gambar 4.30 menunjukkan hasil pengujian *receiver operating characteristic* (ROC) sebagai berikut :



Gambar 4.30 Hasil Pengujian *Receiver Operating Characteristic* (ROC)

Grafik di atas menunjukkan kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) yang menggambarkan kinerja model klasifikasi. Sumbu horizontal mewakili *False Positive Rate* (FPR), sedangkan sumbu vertikal mewakili *True Positive Rate* (TPR). Garis biru menunjukkan kurva ROC, yang mendekati sudut kiri atas. Yang menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang baik untuk membedakan antara kelas positif dan negatif. Nilai *Area Under the Curve* (AUC) sebesar 0.91 yang menunjukkan bahwa model memiliki akurasi yang tinggi dalam klasifikasi, dengan area lebih dekat ke 1 menunjukkan performa yang baik.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
Garis merah putus-putus menunjukkan garis acak, yang menjadi pembandingan untuk evaluasi model.





5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil melakukan klasifikasi sampah organik dan non-organik dengan akurasi mencapai 99% menggunakan model DenseNet-201. Untuk kelas non-organik, nilai *precision*, *recall* dan *f1-score* adalah 0.99, sedangkan untuk kelas organik nilainya 0.98. Dataset yang digunakan terdiri dari 4.752 gambar yang terbagi dalam dua kelas yaitu organik dan non-organik, dan proses *preprocessing*, termasuk *labelling*, *resizing* dan augmentasi, berhasil meningkatkan kualitas data serta efisiensi pelatihan model. Penelitian ini menunjukkan perlunya meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pemisahan sampah, yang berpotensi meningkatkan pengelolaan sampah dan mendukung pelestarian lingkungan.

5.2 Saran

Terlepas dari hasil yang sangat memuaskan tersebut, sistem ini belum sempurna, masih ada beberapa kekurangan yang dapat diperbaiki untuk penelitian selanjutnya di masa yang akan datang. Saran yang penulis berikan adalah sebagai berikut :


- 1) Mengumpulkan lebih banyak variasi gambar sampah dari berbagai lokasi untuk meningkatkan akurasi model.
- 2) Mencoba algoritma lain untuk meningkatkan performa dalam melakukan klasifikasi.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

DAFTAR PUSTAKA



- [1] M. H. Napitupulu and  idin, “Tantangan Partisipasi Pemangku Kepentingan dalam Tata Kelola Sampah Kota Berkelanjutan,” *J. Pembang. Wil. dan Kota*, vol. 17, no. 4, pp. 385–397, 2021, doi: 10.14710/pwk.v17i4.34438.
- [2] M. G. Abusamah and W. Wahjoerini, “Pelatihan Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dengan Cara Pilah Sampah di Desa Pidodowetan Kabupaten Kendal,” *J. Pengabd. KOLABORATIF*, vol. 1, no. 1, p. 49, 2023, doi: 10.26623/jpk.v1i1.5982.
- [3] Y. Yulizah, “Visualisasi Pencemaran Lingkungan: Integrasi Karakter Peduli Lingkungan Hidup pada Pembelajaran IPA Tinjauan Perspektif Fenomenologis Abad 21,” *J. Islam. Prim. Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–15, 2024.
- [4] G. Widjaja and S. L. Gunawan, “Dampak Sampah Limbah Rumah Tangga Terhadap Kesehatan Lingkungan,” *J. Heal. Med. Res.*, vol. 2, no. 4, pp. 266–275, 2022, [Online]. Available: <https://adisampublisher.org/index.php/aisha/article/view/208>
- [5] F. Fachruddin, M. Syukri, A. Maulidya, and D. Syahputra, “Klasifikasi Sistem dan Hubungan sebagai Inti dari Sistem,” *Transform. Manag. Journal Islam. Educ. Manag.*, vol. 3, no. 2, pp. 535–542, 2023, doi: 10.47467/manageria.v3i2.3182.
- [6] R. L. Atimi and Enda Esyudha Pratama, “Implementasi Model Klasifikasi Sentimen Pada Review Produk Lazada Indonesia,” *J. Sains dan Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 88–96, 2022, doi: 10.34128/jsi.v8i1.419.
- [7] A. A. Nuha, “Problematika Sampah dan Upaya Menjaga Kebersihan Lingkungan di Dusun Krajan Desa Randuagung Kecamatan Randuagung Kabupaten Lumajang,” *Khidmatuna J. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 2, p. 1,

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

2021, doi: 10.54471/khidmatuna.v1i2.1011.

- [8] M. Muliadi, R. Rukhayati, and M. Maisa, "Sistem Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Kecamatan Praeli," *Sambulu Gana J. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 35–38, 2021, doi: 10.56338/sambulu_gana.v1i2.2431.
- [9] R. Batubara, R. Mardiansyah, and A. Sukma A.M, "Pengadaan Tong Sampah Organik Dan Anorganik Dikelurahan Indro Kecamatan Kebomas Gresik," *DedikasiMU J. Community Serv.*, vol. 4, no. 1, p. 101, 2022, doi: 10.30587/dedikasimu.v4i1.3797.
- [10] R. Z. Abdirahman, N. Aini, A. Ghofur, W. D. Wulandari, F. K. Lestari, and D. T. Putri, "Studi Pemanfaatan Sampah Organik untuk Perkembangbiakan Maggot di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Desa Trosobo," *Nusant. Community Empower. Rev.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2023, doi: 10.55732/ncer.v1i1.755.
- [11] M. Nurhadi, T. Pramesti, B. K. A. Martinus, and A. A. E. Tanjung, "Pengelolaan Sampah Organik dan Non Organik pada Pupuk Komposter di Desa Kepuh Pandak Kec. Kutorejo, Kab. Mojokerto," *Abdi Massa J. Pengabd. Nas.*, vol. 03, no. 04, pp. 37–48, 2023.
- [12] H. A. Pratiwi, M. Cahyanti, and M. Lamsani, "Implementasi Deep Learning Flower Scanner Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *Sebatik*, vol. 25, no. 1, pp. 124–130, 2021, doi: 10.46984/sebatik.v25i1.1297.
- [13] M. Hartomo, B. D., Hendrayudi, "Penerapan Computer Vision Untuk Absensi Wajah Berbasis Algoritma Cnn Pada Guru Smk Excellent 1 Tangerang," *J. Tek. Inform. Mahakarya JTIM*, vol. 4, no. 2, pp. 69–72, 2021.
- [14] M. Reza *et al.*, "Artificial Intelligence : Image Processing & Application with Python," *Semin. Nas. Pengabd. Masy. LPPM UMJ*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaskat>
- [15] A. Khumaidi and R. L. Pradana, "Identifikasi Penyebab Cacat Pada Hasil Pengelasan Dengan Image Processing Menggunakan Metode Yolo," *J. Tek.*

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

- Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 9, no. 3, pp. 107–112, 2022, doi: 10.21107/triac.v9i3.1599
- [16] M. R. S. Alfarizi, M. Z. A. M. Taufiqurrahman, G. Ardiansah, and M. Elgar, “Penggunaan Python sebagai Bahasa Pemrograman untuk Machine Learning dan Deep Learning,” *Karya Ilm. Mhs. Bertauhid (KARIMAH TAUHID)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2023.
- [17] A. D. Sidik and A. Ansawarman, “Prediksi Jumlah Kendaraan Bermotor Menggunakan Machine Learning,” *Formosa J. Multidiscip. Res.*, vol. 1, no. 3, pp. 559–568, 2022, doi: 10.55927/fjmr.v1i3.745.
- [18] K. Artaye, Aswin, D. T. Widakdo, and D. Wahyudi, “Sistem Informasi Manajemen pengelolaan Laporan Kerjasama Berbasis Web,” *J. Innov. Res. Knowl.*, vol. 2, no. 3, pp. 805–809, 2022, [Online]. Available: <https://www.bajangjournal.com/index.php/JIRK/article/view/3142/2257>
- [19] S. Junaidi, M. Devegi, and H. Kurniawan, “Pelatihan Pengolahan dan Visualisasi Data Penduduk menggunakan Python,” *ADMA J. Pengabd. dan Pemberdaya. Masy.*, vol. 4, no. 1, pp. 151–162, 2023, doi: 10.30812/adma.v4i1.2963.
- [20] R. A. A. Yanuar, “Jurnal Teknik Informatika, Vol. 16, No. 2, April 2024,” vol. 16, no. 2, pp. 1–7, 2024.
- [21] Febby Wilyani, Qonaah Nuryan Arif, and Fitri Aslimar, “Pengenalan Dasar Pemrograman Python Dengan Google Colaboratory,” *J. Pelayanan dan Pengabd. Masy. Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 08–14, 2024, doi: 10.55606/jppmi.v3i1.1087.
- [22] K. Azmi, S. Defit, and S. Sumijan, “Implementasi Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Batik Tanah Liat Sumatera Barat,” *J. Unitek*, vol. 16, no. 1, pp. 28–40, 2023, doi: 10.52072/unitek.v16i1.504.
- [23] S. Yuliany, Aradea, and Andi Nur Rachman, “Implementasi Deep Learning pada Sistem Klasifikasi Hama Tanaman Padi Menggunakan Metode

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

- Convolutional Neural Network (CNN),” *J. Buana Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 54–65, 2022, doi: 10.24060/buana.v13i1.5022.
- [24] P. Artha Widjaja, R. T. K. Liem, “Penggunaan YOLOv4 Untuk Menentukan Lokasi Dosa Mahasiswa Dengan Menggunakan CCTV,” *Infinity*, vol. 2, no. 1, pp. 2–5, 2022, doi: 10.47178/infinity.v2i1.1643.
- [25] F. A. Wijaya, L. Fanani, and A. Hendra Brata, “Pengembangan Aplikasi Ez-Health berbasis Android sebagai Upaya Mengukur Informasi Gizi dan Mendeteksi Jenis Makanan dengan Metode Object Detection,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 9, pp. 4087–4095, 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [26] A. N. Sugandi and B. Hartono, “Implementasi Pengolahan Citra pada Quadcopter untuk Deteksi Manusia Menggunakan Algoritma YOLO,” *Pros. 13th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, pp. 13–14, 2022.
- [27] P. A. Nugroho, I. Fenriana, and R. Arijanto, “Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Pada Ekspresi Manusia,” *Algor*, vol. 2, no. 1, pp. 12–21, 2020.
- [28] J. Arifianto and I. Muhimmah, “Aplikasi Web Pendeteksi Jerawat Pada Wajah Menggunakan Algoritma Deep Learning dengan TensorFlow,” *J. Autom.*, pp. 21–29, 2021.
- [29] D. Normawati and S. A. Prayogi, “Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter,” *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 697–711, 2021.
- [30] A. Ridhovan and A. Suharso, “Penerapan Metode Residual Network (Resnet) Dalam Klasifikasi Penyakit Pada Daun Gandum,” *JIPi (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 58–65, 2022, doi: 10.29100/jipi.v7i1.2410.
- [31] A. Setiawan, A. T. Prastowo, and D. Darwis, “Sistem Monitoring Keberadaan Posisi Mobil Berbasis Gps Dan Penyadap Suara Menggunakan

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

- Smartphone,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 35–44, 2022, doi: 10.33365/jtikom.v3i1.164
- [32] A. Ibnul Rasidi, Y. A. H. A. Ziqri, and F. D. Adhinata, “Klasifikasi Sampah Organik dan Non Organik Menggunakan Convolutional Neural Network,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 8, no. 1, pp. 142–149, 2022, doi: 10.28932/jutisi.v8i1.4314.
- [33] A. N. Sihananto, M. Muharrom, A. Haromainy, A. P. Sari, A. H. Mubarrok, and D. Ramadhan, “Pemilahan Jenis Sampah Menggunakan Algoritma Cnn,” *SCAN J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 17, no. 3, 2022.
- [34] L. Faizal, Y. Yuyun, and H. Hazriani, “Identifikasi Sampah Plastik Menggunakan Algoritma Deep Learning,” *J. Ilm. Sist. Inf. dan Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 162–171, 2023, doi: 10.57093/jjisti.v6i2.176.
- [35] Fathoni Dwiatmoko, D. Utami, and Nuari Anisa Sivi, “Klasifikasi Citra Sampah Organik dan Non Organik Menggunakan Algoritma CNN (Convolutional Neural Network),” *Explore*, vol. 14, no. 1, pp. 1–5, 2024, doi: 10.35200/ex.v14i1.103.
- [36] P. H. U. Octavia Devi Safitri Sunanto, “Implementasi Deep Learning Dengan Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Gambar Sampah Organik Dan Anorganik,” *Pattimura Proceeding Conf. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 335–340, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/prosiding/article/view/33527>
- [37] Y. Astuti, I. R. Wulandari, A. R. Putra, and N. Kharomadhona, “Naïve Bayes untuk Prediksi Tingkat Pemahaman Kuliah Online Terhadap Mata Kuliah Algoritma Struktur Data,” *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 8, no. 1, p. 28, 2022, doi: 10.26418/jp.v8i1.48848.



Protected by PDF Anti-Copy Free
Formulir Pengajuan Judul Skripsi
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Nama : Lia Putri Fadillah
NIM : 2102010020
Alamat : Jl Yos Sudarso Gg. 09 Kel. Taba Jemekeh
Kec. Lubuklinggau
No. Hp : 0895621681597



Rumusan Masalah 1 : Apa pengaruh ukuran dataset terhadap performa model deep learning dalam klasifikasi penyakit tanaman?
Judul 1 : Model Deep Learning untuk Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Berbasis Citra Daun

Rumusan Masalah 2 : Bagaimana cara mengidentifikasi dan mengklasifikasikan berbagai jenis bunga lokal berdasarkan citra yang diambil?
Judul 2 : Sistem Klasifikasi Jenis Bunga Lokal dengan Pendekatan Deep Learning dan Image Processing

Rumusan Masalah 3 : Bagaimana cara mengumpulkan dan mempersiapkan dataset gambar sampah organik dan non-organik pada model deep learning?
Judul 3 ACC : Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik Menggunakan Metode Deep Learning dan Image Processing

Diusulkan Judul Nomor : 1(satu)/ 2(Dua)/ 3(Tiga)*

Lubuklinggau, 09 September 2024
Mahasiswa yang mengusulkan,

(Lia Putri Fadillah)

Menyetujui Dosen Pembimbing,
Pembimbing 1 (Nelly Khairani Daulay, M.Kom)

.....

Pembimbing 2 (Bunga Intan, M.Kom)

.....

Mengesahkan
Dekan Fakultas Ilmu Teknik

(Dr. Rudi Kurniawan, S.T., M.Kom)

Mengetahui
Ketua Program Studi Rekayasa
Sistem Komputer

(Armento, M.Kom)



Protected by PDF Anti-Copy Free
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI
 (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Nama : Lia Putri Fadillah
 Nim : 2102010020
 Program Studi : Rekayasa Sistem Komputer
 Pembimbing 1 : Nelly Khairani Daulay, M.Kom
 Pembimbing 2 : Bunga Intan, M.Kom
 Judul : Klasifikasi Sampah Organik Dan Non-Organik Menggunakan *Deep Learning* Dan *Image Processing*



NO	TANGGAL	TOPIK	KOMENTAR PEMBIMBING	TANDA TANGAN PEMBIMBING	
				1	2
1.	5-1-2025	BAB I	Perbaiki latar belakang	ef	
2.	8-1-2025	BAB II	Perbaiki flowchart dan kerangka berpikir	ef	
3.	10-1-2025	BAB III	Perbaiki Rancangan Training dan Testing data	ef	
4	11-1-2025	BAB IV	- Dalam grafik data sek lampirkan jumlah angka sampahnya - Perbaiki hasil tabel klasifikasi sampah	ef	
5.	13-1-2025	BAB V	Hasil dan saran sudah bagus dan jelas	ef	
6.	14-1-2025		ACC BAB Isp V, siap ujian	ef	

Lubuklinggau, Januari 2025
 Ketua Program Studi Rekayasa Sistem Komputer

(Armanto, M.Kom)



Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Nama : Lia Putri Fadilah
 Nim : 2102010020
 Program Studi : Rekayasa Sistem Komputer
 Pembimbing 1 : Nelly Khairani Daulay,
 Pembimbing 2 : Bunga Intan, M.Kom
 Judul : Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik Menggunakan *Deep Learning* dan *Image Processing*



NO	TANGGAL	TOPIK	KOMENTAR PEMBIMBING	TANDA TANGAN PEMBIMBING	
				1	2
1	28/12/2024	Skripsi	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki format halaman motto dan Persembahan - Perbaiki format penulisan pada abstrak. - sub bab cantumkan juga pada daftar isi - tambahkan daftar lampiran yg belum ada - perbaiki format penomoran untuk isi batasan masalah sampai manfaat penelitian. - perbaiki format spasi untuk judul sub bab pada bab 2. 		
2	30/12/2024	Skripsi	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki format nomor sub bab 3 pada metode pengumpulan data. - hasil pengujian masing " gambar berikan penjelasan. 		
3	31/12/2024	Skripsi	<ul style="list-style-type: none"> - Semua proses mulai preprocessing hingga pengujian tercantum di bab 4 pada poin hasil penelitian kemudian jelaskan pada point pembahasan 		

Lubuklinggau, Januari 2024
 Ketua Program Studi Rekayasa Sistem Komputer

 Armanto, M.Kom



Protected by PDF Anti-Copy Free

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI
 Nama : L. (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
 Nim : 2102010020
 Program Studi : Rekayasa Sistem Kom
 Pembimbing 1 : Nelly Khairani Daulay
 Pembimbing 2 : Bunga Intan, M.Kom
 Judul : Klasifikasi Sampah O n Non-Organik Menggunakan *Deep Learning* dan *Image Processing*



NO	TANGGAL	TOPIK	KOMENTAR PEMBIMBING	TANDA TANGAN PEMBIMBING	
				1	2
9	03/01/2025	skripsi bab 1-5	ACC. Silahkan lanjut PR		

Lubuklinggau, Januari 2024
 Ketua Program Studi Rekayasa Sistem Komputer




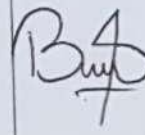


Armanto, M.Kom

Protected by PDF Anti-Copy Free
 (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)


LEMBAR PERBAIKAN SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Nama Mahasiswa : LIA PUTRI TABILLAH
 NIM : 2102 01 0020
 Jenjang Pendidikan : Strata 1 (S1)
 Fakultas : ILMU TEKNIK
 Program Studi : REKAYASA SISTEM KOMPUTER
 Konsentrasi : -
 Judul : "KLASIFIKASI SAMPAH ORGANIK DAN NON-ORGANIK MENGGUNAKAN DEEP LEARNING DAN IMAGE PROCESSING"



No	Dosen Penguji	Komentar Perbaikan	Tanda Tangan Ujian	Tanda Tangan Revisi
1	Nelly Khaifani Daulay, M.Kom			
2	Bunga Intan, M.Kom			
3	Elmagati, M.Kom			

Lubuklinggau, 25 NOVEMBER 2024
 Ketua Program Studi REKAYASA SISTEM
 KOMPUTER


 (ARMANTO, M. KOM)