SISTEM KLASIFIKASI DAN MONITORING SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK DENGAN *METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) MENGGUNAKAN ESP32 DAN *WEBCAM*

ADLRIVQI NANDA DARMAWAN

H1051221048

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

SISTEM KLASIFIKASI DAN MONITORING SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK DENGAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) MENGGUNAKAN ESP32 DAN *WEBCAM*

ADLRIVQI NANDA DARMAWAN

H1051221048

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Sistem Klasifikasi dan Monitoring Sampah Organik dan Anorganik dengan *Metode Convolutional Neural Network* (CNN) Menggunakan ESP32 dan *Webcam*
Nama Mahasiswa	:	Adlrivqi Nanda Darmawan
NIM	:	H1051221048
Jurusan/Program Studi	:	Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	:	30 Juli 2026
SK Pembimbing	:	3437/UN22.8/TD.06/2025 / 7 Oktober 2025
SK Penguji	:	5073/DST/UN22.8/DT.00.09/2026 / 31 Juli 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Suhardi, S.T., M.Eng.	Kartika Sari, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198006182020121006	NIP. 199206162022032014

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Dedi Triyanto, S.T., M.T.	Rahmi Hidayah, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198112242009121003	NIP. 19860618202012100

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Suhardi, S.T., M.Eng.	Kartika Sari, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198006182020121006	NIP. 199206162022032014

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Adlrivqi Nanda Darmawan
NIM	: H1051221048
Program Studi/Jurusan	: Rekayasa Sistem Komputer
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 30 Juli 2026

Adlrivqi Nanda Darmawan

NIM. H1051221048

Sistem Klasifikasi dan Monitoring Sampah Organik dan Anorganik dengan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) Menggunakan ESP32 dan *Webcam*

Abstrak

Permasalahan sampah di Indonesia menjadi isu lingkungan yang krusial, terutama pada tahap pemilahan yang masih dilakukan secara manual sehingga cenderung tidak efisien dan rentan terhadap kesalahan manusia. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi dan monitoring sampah otomatis berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *MobileNetV2* yang diimplementasikan pada mikrokontroler ESP32 dan *webcam*. Sistem ini dilengkapi motor servo MG996R sebagai aktuator pemilah sampah ke dalam tempat penampungan yang sesuai, LCD I2C 16x2 sebagai media informasi hasil klasifikasi, serta integrasi *website* untuk memantau rekapitulasi dan jumlah sampah secara *real-time*. Berdasarkan pengujian terhadap 100 sampel percobaan, sistem mampu mengklasifikasikan 95 objek dengan benar dan memperoleh tingkat akurasi sebesar 95% serta pemrosesan dalam setiap pengambilan gambar hanya membutuhkan waktu rata-rata 2.99 detik. Secara keseluruhan, penelitian ini sudah mengimplementasikan kecerdasan buatan pada perangkat tertanam dalam pengelolaan sampah berbasis teknologi. Integrasi antara sistem klasifikasi otomatis dan platform monitoring berbasis *web* juga memberikan nilai tambah berupa transparansi data dan kemudahan evaluasi, sehingga berpotensi mendukung upaya pengelolaan sampah yang lebih modern, terukur, dan berkelanjutan.

Kata Kunci : Klasifikasi, *CNN*, *MobileNetV2*, ESP32, Monitoring.

Organic and Inorganic Waste Classification and Monitoring System Using the Convolutional Neural Network (CNN) Method with ESP32 and Webcam

Abstract

The waste problem in Indonesia is a crucial environmental issue, especially at the sorting stage which is still done manually so it tends to be inefficient and prone to human error. To address this problem, this study developed an automatic waste classification and monitoring system based on Convolutional Neural Network (CNN) with MobileNetV2 architecture implemented on an ESP32 microcontroller and webcam. This system is equipped with an MG996R servo motor as an actuator to sort waste into appropriate receptacles, a 16x2 I2C LCD as a medium for classification results information, and website integration to unify recapitulation and waste quantity in real-time. Based on testing on 100 experimental samples, the system was able to correctly classify 95 objects and obtained an accuracy rate of 95% and processing in each image capture only took an average of 2.99 seconds. Overall, this study has implemented artificial intelligence on devices embedded in technology-based waste management. The integration between the automated classification system and the web-based monitoring platform also provides added value in the form of data transparency and ease of evaluation, thus potentially supporting more modern, measurable, and sustainable waste management efforts.

Keywords : Classification, CNN, MobileNetV2, ESP32, Monitoring.

PRAKATA

Segala puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Sistem Klasifikasi dan Monitoring Sampah Organik dan Anorganik dengan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) Menggunakan ESP32 dan *Webcam*" sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. Tugas akhir ini telah disusun dengan sebaik-baiknya oleh penulis sebagai hasil dari perjuangan dan kerja keras selama menjalankan masa perkuliahan. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, terdapat dukungan dari berbagai pihak baik berupa bimbingan maupun arahan. Sebagai bentuk penghargaan, izinkanlah penulis untuk mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
2. Bapak Suhardi, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan masukan, motivasi, dan arahan selama penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu Kartika Sari, S.Kom., M.Cs., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan masukan, motivasi, dan arahan selama masa perkuliahan.
4. Bapak Dr. Dedi Triyanto, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Pertama yang telah memberikan masukan berupa saran dan pertanyaan untuk menjadikan tugas akhir ini lebih baik
5. Ibu Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs., selaku Dosen Penguji Kedua yang telah memberikan masukan berupa saran dan pertanyaan untuk menjadikan tugas akhir ini lebih baik.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta staf administrasi Jurusan Rekayasa Sistem Komputer.
7. Kepada Orang Tua penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, kasih sayang, dan semangat tanpa henti selama proses perkuliahan hingga sepanjang penulisan tugas akhir ini.

8. Teman-teman angkatan CYTIGON yang selalu memberikan semangat dan dukungan secara langsung sepanjang penulisan tugas akhir ini.
9. Teman-teman UKM BOX yang selalu memberikan semangat dan dukungan secara langsung sepanjang penulisan tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.
11. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang turut membantu dalam pengerjaan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih memiliki kekurangan dan belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Pontianak, 30 Juli 2026

Adlrivqi Nanda Darmawan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN..... **Error! Bookmark not defined.**
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR KODE PROGRAM..... xiii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian..... 4
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan..... 5
BAB 2 LANDASAN TEORI 7
2.1 Penelitian Teradahulu 7
2.2 ESP32 8
2.3 Servo MG996R 9
2.4 Liquid Crystal Display (LCD) 9
2.5 *Webcam*..... 10
2.6 Arduino IDE..... 10
2.7 Jenis Sampah..... 11
2.8 Convolutional Neural Network (CNN) 12
2.8.1 Konsep *Convolutional Neural Network* (CNN)..... 12
2.8.2 *Convolution Layer*..... 13
2.9 *MobileNetV2* 14
2.9.1 *Preprocessing*..... 17
2.10 *Confusion Matrix* 19
BAB 3 METODE PENELITIAN..... 21

3.1 Studi Literatur 22
3.2 Pengumpulan Data 22
3.3 Analisis Kebutuhan 22
3.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras 23
3.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 23
3.4 Perancangan Sistem 23
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras 23
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak 23
3.5 Implementasi 24
3.5.1 Implementasi Perangkat Keras 24
3.5.2 Implementasi Perangkat Lunak 24
3.6 Pengujian 24
3.7 Kesimpulan dan Saran 25
BAB 4 PERANCANGAN 26
4.1 Deskripsi Sistem 26
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 26
4.3 Perancangan Perangkat Keras 27
4.3.1 Perancangan Sistem Pemilahan pada motor servo MG996R 27
4.3.2 Perancangan Modul LCD I2C 16x2 28
4.3.3 Perancangan Keseluruhan Sistem 29
4.3.4 Perancangan Desain *Prototype* 29
4.3.5 Perancangan Desain Website 30
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 31
4.4.1 Perancangan Perangkat Lunak pada ESP32 31
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN 35
5.1 Implementasi Sistem 35
5.2 Implementasi Perangkat Keras 35
5.2.1 Implementasi Keseluruhan Perangkat Keras 35
5.3 Implementasi Perangkat Lunak 37
5.3.1 Implementasi *Database* 37
5.4 Kode Program 37
5.4.1 Kode Program Metode *Convolution Neural Network* (CNN) 37

5.4.2 Kode Program ESP32 39
5.5 Dataset 40
5.6 Perhitungan Menggunakan Metode CNN Arsitektur *MobileNetV2* 42
5.6.1 Input dan Normalisasi Citra 43
5.6.2 Proses Ekstraksi Fitur oleh *MobileNetV2* 43
5.6.3 *Global Average Pooling* 43
5.6.4 *Dense Layer* (128 *Neuron*, ReLU) 44
5.6.5 *Dropout* (0,2) 44
5.6.6 *Output Layer* dan *Softmax* 44
5.7 Pengujian Sistem 44
5.7.1 Pengujian Kinerja Kecepatan Rata-rata Pemrosesan Klasifikasi 44
5.7.2 Pengujian Akurasi Sistem 48
5.8 Pembahasan 52
BAB 6 PENUTUP 54
6.1 Kesimpulan 54
6.2 Saran 54
DAFTAR PUSTAKA 56
LAMPIRAN 58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. ESP32 9
Gambar 2.2. Motor Servo MG996R 9
Gambar 2.3. LCD 16 X 2 10
Gambar 2.4. *Webcam* 10
Gambar 2.5. Arsitektur CNN 12
Gambar 2.6. Proses Konvolusi pada CNN 13
Gambar 2.7. Operasi Konvolusi 14
Gambar 2.8. Arsitektur *MobileNetV2* 15
Gambar 3.1. Diagram Metode Penelitian 21
Gambar 4.1. Diagram Blok Sistem 27
Gambar 4.2. Rancangan Sistem Motor Servo MG996R 27
Gambar 4.3. Rancangan Sistem Modul LCD 28
Gambar 4.4. Rancangan Keseluruhan Sistem 29
Gambar 4.5. Desain *Prototype* Tampak Depan 29
Gambar 4.6. Desain *Prototype* Tampak Atas 30
Gambar 4.7. Desain *Prototype* Website 30
Gambar 4.8. Diagram Alir Pelatihan Data 32
Gambar 4.9. Diagram Alir Pengujian Data 34
Gambar 5.1. Implementasi Sistem 36
Gambar 5.2. Tampilan Keseluruhan Sistem 36
Gambar 5.3. Struktur *Database* 37

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Timbulan Sampah di Provinsi Kalimantan Barat 2024 1
Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu 7
Tabel 2.2. Tabel Confusion Matrix 20
Label 4.1. Konfigurasi Pin ESP32 dan Motor Servo MG996R 28
Label 4.2. Konfigurasi Pin ESP32 dan LCD 16x2 29
Tabel 5.1. Tabel Dataset Gambar Sampah 41
Tabel 5.2 Tabel Analisis Kecepatan 44
Tabel 5.3. Tabel Analisis Akurasi 48
Tabel 5.4. Tabel *Confusion Matrix* 52

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1. *Pseudocode* Data Latih CNN 38
Kode Program 5.2. *Pseudocode* ESP32 39

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah menjadi salah satu isu lingkungan terbesar di Indonesia, dimana menurut menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Lingkungan, volume sampah nasional pada tahun 2024 mencapai 33,79 juta ton, dengan 60,4% diantaranya merupakan sampah yang dipilah dan dikelola, dan 39,6% sampah yang tidak dikelola dan tidak dipilah. Sedangkan untuk di provinsi Kalimantan Barat khususnya di Kota Pontianak meningkat menjadi 411,96 ton per hari (KLHK, 2024). Namun, implementasi di lapangan masih menghadapi berbagai kendala, diantaranya rendahnya kesadaran masyarakat dan efektivitas fasilitas pemilahan. Data timbulan sampah dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Timbulan Sampah di Provinsi Kalimantan Barat 2024

Timbulan Sampah di Provinsi Kalimantan Barat 2024		
Kabupaten/Kota	Timbulan Sampah Harian(ton)	Timbulan Sampah Tahunan(ton)
Kab. Mempawah	83,56	30.500,63
Kab. Sanggau	253,78	92.630,25
Kab. Ketapang	302,19	110.297,78
Kab. Kapuas Hulu	137,46	50.171,99
Kab. Bengkayang	119,59	43.650,93
Kab. Landak	163,83	59.797,95
Kab. Melawi	85,33	31.145,01
Kab. Kayong Utara	65,55	23.925,75
Kab. Kubu Raya	445,21	162.500,56
Kota Pontianak	411,96	150.366,28

Masalah sampah di Indonesia merupakan tantangan lingkungan yang signifikan, di mana volumenya terus meningkat dari tahun ke tahun. Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2024, volume sampah nasional telah mencapai 73,2 juta ton, dengan lebih dari 62% diantaranya merupakan sampah organik yang mudah membusuk. Angka-angka ini menunjukkan beban besar yang dihadapi infrastruktur pengelolaan sampah dan TPA di seluruh Indonesia. Pemerintah telah merespons dengan menetapkan target ambisius melalui kebijakan nasional, yaitu mengurangi 30% timbulan sampah dari sumbernya dan mengelola 70% sampah agar tidak berakhir di TPA. Namun, implementasi di lapangan masih menghadapi kendala, seperti rendahnya kesadaran masyarakat dalam memilah sampah dan keterbatasan fasilitas pendukung. Untuk mencapai target tersebut, kolaborasi antara pemerintah, swasta, dan masyarakat menjadi krusial dalam membangun sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan, mulai dari edukasi, penyediaan fasilitas pemilahan, hingga pengembangan ekonomi sirkular.

Ketidakefisienan pada proses pemilahan menjadi salah satu permasalahan utama, di mana pemilahan sampah organik dan anorganik secara manual masih rentan terhadap kesalahan manusia dan tidak efisien (Saputra & Nurdiyah, 2025). Selain itu, kurangnya fasilitas serta minimnya ruang di rumah tangga semakin memperburuk situasi, di mana 75% masyarakat baru mulai memisahkan sampah di rumah setelah intervensi sosialisasi, namun masih menghadapi keterbatasan infrastruktur (Duitin, 2025).

Teknologi *Artificial Intelligence,* khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), telah terbukti mampu meningkatkan akurasi sistem klasifikasi sampah. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Saputra dan Nurdiyah (2025), pemanfaatan metode *transfer learning* melalui arsitektur *MobileNetV2* dapat mencapai akurasi 90,13. Sistem ini juga ideal diterapkan pada perangkat *IoT* seperti ponsel dan ESP32 untuk mendukung pemilahan sampah di tingkat rumah tangga maupun institusi (Saputra & Nurdiyah, 2025).

Namun, penelitian tentang sistem klasifikasi otomatis menggunakan CNN masih menghadapi tantangan seperti variasi tinggi pada gambar sampah dan keterbatasan dataset yang dapat berdampak signifikan terhadap performa model

dalam kondisi nyata (Polbeng, 2024). Penelitian berbasis ESP32 dengan CNN, meski telah mencapai akurasi diatas 95% dalam beberapa kasus, masih harus dioptimasi agar mampu bekerja secara *real-time* dan efisien pada perangkat *edge* dengan sumber daya terbatas (UIN SGD Bandung, 2025).

Beberapa solusi inovatif telah dikembangkan seperti kemitraan inti-plasma dalam pengelolaan sampah organik, pusat olah organik (POO), serta integrasi ekonomi sirkular untuk mendorong kolaborasi antar komunitas dan pemerintah. Konsep ini tidak hanya meningkatkan kapasitas pengolahan sampah dan manfaat ekonomi, tetapi juga mendorong perubahan perilaku masyarakat agar lebih sadar lingkungan (KLHK, 2024). Namun, sistem pengelolaan semacam ini membutuhkan konsistensi pembinaan, pengawasan, serta kelembagaan yang kuat agar hasilnya dapat berkelanjutan.

Penelitian terdahulu tentang sistem klasifikasi otomatis umumnya berfokus pada pengembangan algoritma dan arsitektur CNN, namun belum banyak yang membahas bagaimana implementasi sistem dalam skala masif di lingkungan masyarakat, terutama pada perangkat *edge* seperti ESP32 yang murah dan mudah diaplikasikan. Kesenjangan utama terletak pada kebutuhan sistem yang mampu melakukan pemilahan secara otomatis, mudah digunakan, serta efisien dari segi biaya dan konsumsi energi (Polbeng, 2024).

Kontribusi utama yang dapat diberikan adalah pengembangan model CNN yang optimal untuk diterapkan pada ESP32, pengujian kinerja sistem dalam situasi nyata. Penelitian ini juga mengidentifikasi kebutuhan edukasi, modifikasi dataset lokal, dan bentuk sinergi antara sektor pemerintah dan komunitas. Tujuan utama penelitian adalah merancang, membangun, dan menguji kinerja sistem klasifikasi otomatis sampah berdasarkan *image detection* dan *deep learning* berbasis CNN pada ESP32.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Berapa waktu yang dibutuhkan sistem dalam memproses setiap citra hingga menghasilkan hasil klasifikasi?
2. Berapa nilai akurasi sistem CNN dalam melakukan klasifikasi sampah dalam kondisi nyata?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun beberapa tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui nilai kecepatan rata-rata waktu dari pemrosesan pada setiap melakukan klasifikasi.
2. Mengetahui nilai akurasi pada system klasifikasi sampah.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Sistem yang dikembangkan hanya fokus pada klasifikasi dua kategori sampah yaitu organik dan anorganik.
2. Penggunaan perangkat terbatas pada ESP32 dan *webcam* sebagai media input dan pemrosesan data.
3. Data pelatihan dan pengujian diperoleh dari dataset lokal dengan mengambil citra dari kamera ponsel dalam skala terbatas.
4. Aspek pengelolaan sampah lanjutan seperti pengolahan dan daur ulang tidak menjadi fokus utama penelitian ini.
5. Implementasi dan pengujian sistem dilakukan terutama pada lingkungan kampus.
6. Sistem hanya mampu mendeteksi satu objek pada satu waktu, apabila objek tersebut terbungkus oleh objek lain, sistem akan mengenali dan mendeteksi hanya lapisan terluar saja.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi baik secara teoritis maupun praktis. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan menambah pengetahuan di bidang kecerdasan buatan, khususnya dalam aplikasi metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk klasifikasi sampah. Secara praktis, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi alternatif teknologi terjangkau, dan mudah digunakan masyarakat untuk membantu proses pemilahan sampah organik dan anorganik secara otomatis, sehingga dapat meningkatkan kesadaran dan partisipasi dalam pengelolaan sampah yang lebih bertanggung jawab serta

mendukung upaya pemerintah dalam mencapai target pengurangan sampah dan perlindungan lingkungan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari beberapa bagian yang meliputi:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada landasan teori berisikan tentang beberapa teori pendukung yang digunakan sebagai landasan untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan tugas akhir. Adapun teori tersebut yaitu materi terkait ESP32, *webcam*, motor servo MG996R, LCD, *Convolution Neural Network* (CNN), sampah organik, sampah anorganik, *Application Programming Interface* (API), *python*, *confusion matrix*, dan *MobileNetV2*.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang uraian lebih rinci tentang metode penelitian dalam studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan kesimpulan.

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini berisikan tentang tahap perancangan dari sistem yang akan dibangun. Pada tahap perancangan, terdapat deskripsi sistem, perancangan perangkat keras, perangkat lunak, dan lainnya.

BAB V IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang proses implementasi sistem yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Tahapan ini terdiri dari implementasi sistem, kode program, klasifikasi dari metode *Convolution Neural Network* (CNN), pengujian sistem, dan pembahasan dari sistem yang telah dibuat.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil pengujian yang dilakukan, pembahasan dari proses pemecahan masalah sebagai penyelesaian dari rumusan masalah, dan saran untuk pengembangan solusi kedepannya.