

SKRIPSI

**APLIKASI DETEKSI LIMBAH PLASTIK BERBASIS WEB
DENGAN METODE CONVOLUTION NEURAL
NETWORKS DI POLITEKNIK NEGERI BALI**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Putu Gede Candra Wibawa

NIM. 2115354086

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERANGKAT LUNAK JURUSAN
TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI BALI 2025**

ABSTRAK

Sampah plastik merupakan salah satu permasalahan lingkungan utama di Politeknik Negeri Bali yang memerlukan penanganan efektif, khususnya dalam proses pemilahan jenis plastik. Untuk membantu proses klasifikasi limbah plastik secara praktis dan efisien, penelitian ini mengembangkan sebuah aplikasi berbasis web yang dapat mendeteksi jenis plastik secara otomatis menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Proses deteksi dilakukan melalui analisis citra plastik yang diunggah oleh pengguna.

Model CNN dibangun menggunakan TensorFlow dan dilatih dengan dataset yang terdiri dari tujuh kelas yaitu 6 kelas berdasarkan *Resin Identification Code* (RIC): PET, HDPE, LDPE, PP, PS, Other dan 1 kelas Non-plastik. Arsitektur model terdiri atas tiga lapisan konvolusi, max pooling, dropout, dan dense layer, dengan optimizer Adam, fungsi aktivasi ReLU, dan Softmax. Pelatihan dilakukan selama 30 epoch dengan hasil akurasi pelatihan sebesar 95% dan akurasi pengujian sebesar 81%.

Aplikasi diimplementasikan menggunakan framework Flask dan dapat dijalankan secara langsung melalui peramban web. Fitur utama aplikasi meliputi unggah gambar limbah plastik, deteksi jenis plastik, serta penyajian informasi edukatif mengenai jenis plastik. Sistem berhasil diimplementasikan sesuai rancangan dan dapat digunakan sebagai alat bantu identifikasi limbah plastik secara cepat, akurat, dan mudah digunakan di lingkungan kampus.

Kata kunci: Deteksi Limbah Plastik, CNN, Machine Learning, Flask, TensorFlow, Aplikasi Web

ABSTRACT

Plastic waste is one of the major environmental problems at Politeknik Negeri Bali that requires effective handling, especially in the sorting process. To assist in the classification of plastic waste efficiently and practically, this research developed a web-based application capable of automatically detecting plastic types using the Convolutional Neural Network (CNN) method. Detection is carried out through image analysis of plastic waste uploaded by users.

The CNN model was built using TensorFlow and trained with a dataset consisting of seven classes based on the Resin Identification Code (RIC): PET, HDPE, LDPE, PP, PS, and Other. The model architecture consists of three convolutional layers, max pooling, dropout, and dense layers, with the Adam optimizer, ReLU activation function, and Softmax for classification. The training process was conducted for 30 epochs, resulting in a training accuracy of 95% and a testing accuracy of 81%.

The application was implemented using the Flask framework and runs directly in a web browser. Its main features include plastic waste image upload, plastic type detection, and the display of educational information about each plastic type. The system was successfully implemented as designed and can be used as a fast, accurate, and user-friendly tool for plastic waste identification within the campus environment.

Keywords: *Plastic Waste Detection, CNN, Machine Learning, Flask, TensorFlow, Web Application*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	3
ABSTRAK	5
ABSTRACT.....	6
KATA PENGANTAR.....	7
DAFTAR ISI.....	9
Daftar Tabel	12
Daftar Gambar.....	13
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.4.1. Tujuan Umum.....	3
1.4.2. Tujuan Khusus	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Sebelumnya	5
2.2. Landasan Teori.....	9
2.2.1. Machine Learning	9
2.2.2. Deep learning	9
2.2.3. Convolutional Neural Networks	9
2.2.4. Basis Data.....	11
2.2.5. Python	11

2.2.6. Resin Identification Codes (RIC).....	12
2.2.7. Flask	12
2.2.8. Waterfall Development	13
2.2.9. Flowchart.....	13
2.2.10. Use Case	16
2.2.11. Activity Diagram.....	17
2.2.12. Sequence Diagram.....	18
2.2.13. Class Diagram	20
2.2.14. Metode Pengujian.....	21
BAB III.....	24
3.1. Objek dan Metode Penelitian.....	24
3.1.1. Objek Penelitian	24
3.1.2. Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.1.3. Metode Pengumpulan Data	25
3.1.4. Metode Pengembangan Sistem	25
3.1.5. Analisis Kondisi Eksisting	26
3.2. Rancangan Sistem	28
3.2.1. Analisis Sistem Baru	28
3.2.2. Arsitektur Sistem.....	33
3.2.3. Use Case Diagram.....	34
3.2.4. Class Diagram	40
3.2.5. Desain Antarmuka.....	42
3.2.6. Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	48
3.3. Pengujian Penelitian.....	50
BAB IV	52
4.1. Implementasi Sistem	52
4.1.1 Implementasi Alat	52
4.1.2 Implementasi Aplikasi	53
4.2 Hasil Pengujian Sistem	63
4.2.1 Pengujian Sistem	63
4.2.2 Pengujian Parameter-parameter yang Diamati.....	64

4.3	Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian	66
4.3.1	Analisis Implementasi Sistem	66
4.3.2	Analisis Pengujian Sistem.....	67
4.3.3	Analisis Perbandingan Hasil Terhadap Acuan di Tinjauan Pustaka.....	69
BAB V	PENUTUP	71
5.1.	Kesimpulan	71
5.2.	Saran.....	72
Daftar Pustaka.....		73

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Rangkuman Penelitian Sebelumnya.....	7
Tabel 2 2 Beberapa Simbol Flowchart.....	14
Tabel 2 3 Komponen Use Case Diagram[17]	16
Tabel 2 4 . Simbol Activity Diagram[18].....	17
Tabel 2 5 Simbol Sequence Diagram[19]	18
Tabel 2 6 Simbol Class Diagram[20]	20
Tabel 2.1 Rangkuman Penelitian Sebelumnya (lanjutan)	8
Tabel 2.2 Beberapa Simbol Flowchart (lanjutan)[17]	15
Tabel 3.1 Use Case Glossary.....	34
Tabel 3.2 Aktor Glossary	35
Tabel 4.1 Spesifikasi Alat	52
Tabel 4.2 Black Box Testing.....	63
Tabel 4.3 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya	69

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Arsitektur MLP Sederhana[10]	10
Gambar 2.2 Architecture Convolutional Neural Network[11]	11
Gambar 2.3 Waterfall Development Cycle[15]	13
Gambar 3.1 Flowchart Proses Manual	26
Gambar 3.2 Flowchart Aplikasi Sistem Deteksi	28
Gambar 3.3 Flowchart Model Convolutional Neural Network	30
Gambar 3.4 Arsitektur Sistem.....	32
Gambar 3.5 Use Case Diagram Sistem Deteksi.....	33
Gambar 3.6 User Spesification Input Gambar	36
Gambar 3.7 User Spesification Validasi Format Gambar.....	37
Gambar 3.8 User Spesification Preprocessing Data Gambar.....	37
Gambar 3.9 User Spesification Identifikasi Jenis Limbah Plastik	38
Gambar 3.10 User Spesification Memproses Gambar untuk Deteksi Model CNN.....	38
Gambar 3.11 User Spesification Menampilkan Jenis Limbah Plastik pada Sistem.....	39
Gambar 3.12 Class Diagram Sistem Deteksi	39
Gambar 3.13 Desain Antarmuka Halaman Beranda (Home).....	42
Gambar 3.14 Desain Antarmuka Halaman Upload Gambar	43
Gambar 3.15 Desain Antarmuka Halaman Kamera.....	44
Gambar 3.16 Desain Antarmuka Halaman Hasil Deteksi.....	45
Gambar 3.17 Desain Antarmuka Halaman Informasi Jenis Plastik	46
Gambar 3. 18 Flowchart Black Box.....	49
Gambar 3. 19 Flowchart Confusion Matrix	50
Gambar 4.1 Halaman Utama.....	52
Gambar 4.2 Halaman Upload Gambar.....	53
Gambar 4.3 Halaman Informasi Jenis Plastik	53
Gambar 4.4 Halaman Panduan Plastik.....	54
Gambar 4.5 Normalisasi Data Gambar	56
Gambar 4.6 Arsitektur Model CNN.....	57
Gambar 4.7 Pelatihan Model CNN dan Fine Tuning.....	59
Gambar 4. 8 Grafik Accuracy dan Loss Selama Pelatihan Model CNN	60
Gambar 4.9 Confussion Matriks dan Classification Report.....	61
Gambar 4.10 Penyimpanan Model.....	62
Gambar 4.11 Pengujian Model CNN Costum Tanpa Augmentasi Data.....	64
Gambar 4.12 Pengujian Model CNN Custom dengan Augmentasi Data	65
Gambar 4.13 Pengujian Model Fine-tuned CNN.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah sampah, khususnya plastik, menjadi tantangan serius bagi Indonesia. Kebiasaan masyarakat yang bergantung pada plastik sekali pakai menyebabkan akumulasi limbah plastik yang terus meningkat setiap tahun. Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup, rata-rata produksi sampah per orang di Indonesia mencapai sekitar 0,8 kg per hari, dengan total sekitar 189 ribu ton sampah dihasilkan setiap harinya. Sampah plastik yang sulit terurai ini berkontribusi besar terhadap pencemaran tanah, air, dan udara, sehingga mengancam kualitas lingkungan hidup di Indonesia.[1]

Salah satu solusi efektif untuk mengurangi limbah plastik adalah daur ulang. Proses ini memungkinkan pemanfaatan kembali bahan yang tidak terpakai tanpa merusak lingkungan. Daur ulang lebih cepat dibandingkan penguraian alami plastik yang dapat memakan waktu hingga ratusan tahun. Selain itu, daur ulang membantu mengurangi pencemaran lingkungan dan jumlah limbah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Keberhasilan daur ulang sangat tergantung pada pemilahan plastik yang tepat berdasarkan jenis resin atau Resin Identification Code (RIC).

Di Politeknik Negeri Bali, pengelolaan sampah plastik menghadapi berbagai kendala, terutama dalam tahap pemilahan. Pemilahan sering dilakukan secara manual, yang tidak efisien dari segi waktu dan tenaga. Kurangnya kesadaran di kalangan mahasiswa dan staf mengenai pentingnya pemilahan sampah juga menyebabkan banyak limbah plastik tidak terkelola dengan baik. Akibatnya, jumlah limbah plastik yang tidak terolah semakin meningkat dan mencemari lingkungan kampus.

Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengusulkan pengembangan Aplikasi Deteksi Limbah Plastik menggunakan metode Convolution Neural Networks (CNN) di Politeknik Negeri Bali. Aplikasi ini dirancang untuk secara otomatis mengidentifikasi jenis plastik berdasarkan RIC melalui analisis citra. Dengan memanfaatkan CNN, aplikasi berbasis web ini dapat mengenali pola dan fitur dari plastik dengan akurat. Diharapkan sistem ini dapat mempermudah proses pemilahan limbah plastik di Politeknik Negeri Bali, meningkatkan efisiensi daur ulang, serta mengedukasi masyarakat kampus mengenai pentingnya pengelolaan sampah yang baik.

1.2. Perumusan Masalah

1. Pada penelitian ini dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana mengembangkan Aplikasi Deteksi Limbah Plastik dengan Metode Convolution Neural Networks di Politeknik Negeri Bali ?.
2. Bagaimana menerapkan metode *Convolutional Neural Networks* (CNN) untuk melatih model yang dapat mengklasifikasikan tujuh jenis limbah plastik berdasarkan Resin Identification Code (RIC) dengan akurasi yang memadai?
3. Bagaimana menguji dan mengevaluasi performa sistem secara keseluruhan, baik dari sisi akurasi model dalam mengenali citra limbah plastik maupun dari sisi fungsionalitas aplikasi web saat digunakan oleh pengguna?

1.3. Batasan Masalah

Penelitian berfokus pada pembangunan Aplikasi Deteksi Limbah Plastik Berbasis Web Dengan Metode Convolution Neural Networks di Politeknik Negeri Bali, untuk itu adapun beberapa batasan pada penelitian, antara lain:

- a. Penelitian ini hanya memanfaatkan salah satu metode *deep learning*, yaitu (*Convolutional Neural Networks*) untuk mendukung proses *image recognition*.
- b. Sistem yang dikembangkan hanya akan mengklasifikasikan sampah plastik ke dalam jenis-jenis berdasarkan kode resin plastik: PET (1), HDPE (2), LDPE (4), PP (5), PS (6), dan other (7).
- c. Jumlah dataset yang digunakan untuk pelatihan sistem dibatasi pada jenis-jenis sampah plastik yang umum ditemukan di lingkungan Politeknik Negeri Bali.
- d. Sistem ini dirancang untuk digunakan sebagai alat bantu edukasi dan pengelolaan awal pemilahan sampah plastik, bukan sebagai solusi akhir dalam pengolahan limbah.

1.4. Tujuan Penelitian

1.4.1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk membangun Aplikasi Deteksi Limbah Plastik Berbasis Web Dengan Metode Convolution Neural Networks di Politeknik Negeri Bali.

1.4.2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

- a. Mengolah citra limbah plastik menjadi dataset siap pakai untuk model deteksi.
- b. Membangun model deteksi menggunakan *CNN (Convolutional Neural Networks)*.
- c. Menguji model deteksi yang dibangun.
- d. Mengimplementasikan model deteksi pada aplikasi berbasis web

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan diperoleh melalui penelitian ini antara lain:

- a. Bagi Mahasiswa, penelitian ini memberikan manfaat edukasi kepada mahasiswa mengenai pentingnya pengelolaan sampah plastik yang lebih efektif dengan memanfaatkan teknologi. Melalui aplikasi ini, mahasiswa dapat memahami penerapan teknologi Deep Learning, khususnya metode Convolutional Neural Network (CNN), dalam mengatasi masalah nyata di lingkungan sekitar. Selain itu, aplikasi ini berfungsi sebagai media pembelajaran yang dapat meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab mahasiswa terhadap pelestarian lingkungan.
- b. Bagi Politeknik Negeri Bali, aplikasi yang dikembangkan dapat mendukung program kampus dalam menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan berkelanjutan. Dengan mengimplementasikan solusi berbasis teknologi untuk pengelolaan sampah plastik, Politeknik Negeri Bali dapat memperkuat posisinya sebagai institusi yang peduli lingkungan. Ini juga akan meningkatkan citra kampus sebagai lembaga pendidikan yang inovatif dalam mendukung agenda pelestarian lingkungan hidup.
- c. Bagi Masyarakat, penelitian ini dapat menjadi langkah awal dalam meningkatkan kesadaran

masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah plastik secara efektif. Dengan adanya teknologi ini, masyarakat diharapkan terinspirasi untuk menerapkan solusi serupa dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, hasil penelitian ini juga berkontribusi pada upaya nasional untuk mengurangi limbah plastik, mendukung terciptanya lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam skripsi ini di bagi menjadi lima bab sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini membahas ringkasan secara keseluruhan dari laporan skripsi yang didalamnya berisi latar belakang, perumusan masalah, batas masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian terhadap penelitian terdahulu yang relevan, yang diambil dari berbagai jurnal, serta teori yang menjadi dasar dalam pelaksanaan penelitian ini.

BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang objek penelitian, analisis eksisting, rancangan sistem, pengujian penelitian, dan hasil yang diharapkan.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat mengenai hasil implementasi sistem, hasil pengujian sistem, dan pembahasan hasil implementasi dan pengujian.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat mengenai kesimpulan dan saran dari keseluruhan sistem yang dibangun.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan aplikasi deteksi limbah plastik berbasis web menggunakan metode Convolutional Neural Networks (CNN), dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem klasifikasi limbah plastik berhasil dikembangkan dengan menggabungkan model Convolutional Neural Network (CNN) dan antarmuka web yang dibangun menggunakan framework Flask. Proses implementasi mencakup pengumpulan data, augmentasi citra, pelatihan model CNN dengan arsitektur MobileNetV2 yang telah dilakukan fine-tuning, serta integrasi model tersebut ke dalam antarmuka web interaktif. Aplikasi ini menyediakan fitur unggah gambar, klasifikasi otomatis berdasarkan Resin Identification Code (RIC), serta menyajikan informasi edukatif mengenai berbagai jenis plastik.
2. Metode CNN yang diterapkan pada penelitian ini terbukti efektif dalam melakukan klasifikasi citra limbah plastik. Model yang dibangun mampu mengenali pola visual dari masing-masing jenis plastik, dengan hasil pengujian menunjukkan akurasi klasifikasi sebesar 86% dan macro average F1-score sebesar 0,86. Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik, meskipun masih terdapat tantangan pada kelas-kelas dengan kemiripan visual tinggi, seperti PP dan LDPE.
3. Evaluasi performa sistem dilakukan baik dari sisi akurasi model maupun fungsionalitas aplikasi web. Dari sisi model, pengujian menggunakan *confusion matrix* dan *classification report* menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan citra limbah plastik dengan tingkat akurasi dan presisi yang memadai pada sebagian besar kelas. Dari sisi aplikasi, pengujian black box testing terhadap fitur-fitur utama menunjukkan bahwa aplikasi berjalan stabil dan responsif, mampu menerima input gambar dari kamera maupun galeri, memvalidasi format file, serta memberikan hasil klasifikasi dan informasi edukatif secara real-time kepada pengguna. Tidak ditemukan malfungsi atau error selama pengujian, sehingga sistem dinilai andal untuk digunakan sebagai alat bantu edukasi dan pemilahan awal limbah plastik di lingkungan kampus.

5.2. Saran

Untuk pengembangan dan pemanfaatan aplikasi ini lebih lanjut, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan:

1. Untuk meningkatkan akurasi dan kemampuan generalisasi model, disarankan memperbanyak jumlah dan variasi data citra limbah plastik, khususnya pada kelas yang masih memiliki tingkat kesalahan klasifikasi tinggi seperti PP dan LDPE. Pengumpulan data dari berbagai lingkungan dan kondisi pencahayaan juga dapat membantu model mengenali lebih banyak pola visual.
2. Meskipun telah digunakan dropout, overfitting masih terdeteksi pada model. Oleh karena itu, penerapan teknik regularisasi tambahan seperti data augmentation yang lebih variatif, penggunaan early stopping, atau penyesuaian arsitektur model dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan performa dan stabilitas model.
3. Pengembangan dalam bentuk aplikasi mobile native dapat dipertimbangkan agar sistem dapat digunakan secara lebih luas dan praktis di lapangan oleh berbagai kalangan masyarakat, termasuk di luar lingkungan kampus.

Daftar Pustaka

- [1] N. W. Aisha, S. Sos, and M. Sos, “PENGARUH BANK SAMPAH TERHADAP JUMLAH SAMPAH PLASTIK DI INDONESIA,” 2023.
- [2] Rima Dias Ramadhani, A. Nur Aziz Thohari, C. Kartiko, A. Junaidi, T. Ginanjar Laksana, and N. Alim Setya Nugraha, “Optimasi Akurasi Metode Convolutional Neural Network untuk Identifikasi Jenis Sampah,” *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 312–318, Apr. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i2.2754.
- [3] L. Faizal, Y. Yuyun, and H. Hazriani, “Identifikasi Sampah Plastik Menggunakan Algoritma Deep Learning,” *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi dan Teknik Informatika (JISTI)*, vol. 6, no. 2, pp. 162–171, Oct. 2023, doi: 10.57093/jisti.v6i2.176.
- [4] W. Hastomo and S. dan Sudjiran, “CONVOLUTION NEURAL NETWORK ARSITEKTUR MOBILENET-V2 UNTUK MENDETEKSI TUMOR OTAK,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi STI&K (SeNTIK)*, vol. 5, no. 1, 2021.
- [5] S. A. Sanjaya and S. A. Rakhmawan, “Seminar Nasional Official Statistics 2020: Statistics in the New Normal: a Challenge of Big Data and Officials Statistics HOW CAN MACHINE LEARNING HELP THE AUTHORITIES?: Face Mask Detection in The Era of The COVID-19.”
- [6] M. Akay *et al.*, “Deep Learning Classification of Systemic Sclerosis Skin Using the MobileNetV2 Model,” *IEEE Open J Eng Med Biol*, vol. 2, pp. 104–110, 2021, doi: 10.1109/OJEMB.2021.3066097.
- [7] W. L. Mao, W. C. Chen, C. T. Wang, and Y. H. Lin, “Recycling waste classification using optimized convolutional neural network,” *Resour Conserv Recycl*, vol. 164, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.resconrec.2020.105132.
- [8] A. Wijoyo, A. Y. Saputra, S. Ristanti, R. Sya’ban, M. Amalia, and R. Febriansyah, “Pembelajaran Machine Learning”.
- [9] F. M. Qotrunnada and P. H. Utomo, “Metode Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Wajah Bermasker,” *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, vol. 5, pp. 799–807, 2022, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- [10] D. Darmawan, “IMPLEMENTASI METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) DALAM MENDETEKSI JENIS SAMPAH,” 2023.
- [11] M. F. Dzulqarnain, S. Suprpto, and F. Makhrus, “Improvement of Convolutional Neural Network Accuracy on Salak Classification Based Quality on Digital Image,” *IJCCS*

- (*Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems*), vol. 13, no. 2, p. 189, Apr. 2019, doi: 10.22146/ijccs.42036.
- [12] A. D. Hardiansyah, D. C. Nugrahaeni, P. Dewi, and M. Kom, *PERANCANGAN BASIS DATA SISTEM INFORMASI PERWIRA TUGAS BELAJAR (SIPATUBEL) PADA KEMENTERIAN PERTAHANAN*. 2020.
- [13] Angelina M. T. I. Sambu Ua *et al.*, “Penggunaan Bahasa Pemrograman Python Dalam Analisis Faktor Penyebab Kanker Paru-Paru,” *Jurnal Publikasi Teknik Informatika*, vol. 2, no. 2, pp. 88–99, Jul. 2023, doi: 10.55606/jupti.v2i2.1742.
- [14] D. Gibovic and A. Bikfalvi, “Incentives for plastic recycling: How to engage citizens in active collection. empirical evidence from Spain,” *Recycling*, vol. 6, no. 2, Jun. 2021, doi: 10.3390/recycling6020029.
- [15] U. S. Senarath, “Waterfall Methodology, Prototyping and Agile Development,” 2021, doi: 10.13140/RG.2.2.17918.72001.
- [16] “Pemanfaatan Flowchart untuk Kebutuhan Deskripsi Proses Bisnis.”
- [17] “S T M I K D i a n C i p t a C e n d i k i a K o t a b u m i”.
- [18] E. Sopriani and H. Purwanto, “PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PERSEDIAAN BARANG BERBASIS WEB PADA PT. XYZ (DEPARTMENT IT INFRASTRUCTURE).”
- [19] H. Jurnal, D. Indra Andhika, M. Muharrom, E. Prayitno, and J. Siregar, “JURNAL INFORMATIKA DAN TEKNOLOGI KOMPUTER RANCANG BANGUN SISTEM PENERIMAAN DOKUMEN PADA PT. REASURANSI INDONESIA UTAMA,” *Juli*, vol. 2, no. 2, pp. 136–145, 2022.
- [20] R. Hafsari, E. Aribi, and N. Maulana, “PERANCANGAN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN INVENTORI DAN PENJUALAN PADA PERUSAHAAN PT. INHUTANI V,” vol. 10, no. 2, 2023.
- [21] M. Mintarsih, “Pengujian Black Box Dengan Teknik Transition Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Dengan Metode Waterfall Pada SMC Foundation,” *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 33–35, Feb. 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i1.727.
- [22] I. Wulandari, H. Yasin, and T. Widiari, “KLASIFIKASI CITRA DIGITAL BUMBU DAN REMPAH DENGAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN),” [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/>
- [23] H. I. Islam, M. Khandava Mulyadien, U. Enri, U. Singaperbangsa, and K. Abstract, “Penerapan Algoritma C4.5 dalam Klasifikasi Status Gizi Balita,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 8, no. 10, pp. 116–125, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6791722.

