

Sistem Pemilah Sampah Organik Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Klasifikasi CNN

Raspberry Pi Based Organic Waste Sorting System Using CNN Classification

**Aditya P. P. Prasetyo*¹, M. Irfansyah², Kemahyanto Exaudi³, Tri Wanda Septian⁴,
Rendyansyah⁵**

^{1,2,3,4} Prodi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya, Palembang
⁵ Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang

e-mail: *¹aditrecca@gmail.com, ² irfansyahmuhammad85@gmail.com,

³kemahyanto@ilkom.unsri.ac.id, ⁴ twseptian@unsri.ac.id, ⁵rendyansyah.unsri@gmail.com

Abstrak

Projek ini bertujuan untuk melakukan pengecekan dan pengaturan pada Raspberry Pi 3 Model B+, Melakukan pengecekan dan pengaturan pada kamera Raspberry Pi Camera Rev 1.3 dan pengujian klasifikasi menggunakan Convolutional Neural Network atau CNN untuk mengetahui hasil prediksi sesuai dengan gambar yang ditampilkan. Metode penelitian pada projek ini menggunakan metode Forward Engineering. Metode ini membagi menjadi tahapan menjadi beberapa bagian dimulai dari studi literatur hingga pengujian projek dan analisa data projek. Raspberry Pi 3 Model B+ dan Raspberry Pi Camera Rev 1.3 yang telah ditur siap digunakan untuk melakukan proses pengambilan gambar pada objek-objek yang akan diklasifikasikan. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil pengujian dengan rentang prediksi benar adalah 66% atau 33 gambar dan 34% atau 17 gambar dengan prediksi salah. Gambar sampah yang terdeteksi salah terjadi karena gambar memiliki kemiripan pola atau citra yang satu sama lainnya. Untuk meningkatkan akurasi bisa menggunakan Library mobilenet V2 atau Resnet pada tensorflow.

Kata kunci— *Raspberry Pi 3, Kamera Pi, Klasifikasi, CNN*

Abstract

This project goals to check and adjust the Raspberry Pi 3 Model B+, check and adjust the Raspberry Pi Camera Rev 1.3 camera and test classification using Convolutional Neural Network or CNN to find out the prediction results according to the displayed image. The research method in this project uses the Forward Engineering method. This method divides into stages into several parts starting from literature study to project testing and project data analysis. Raspberry Pi 3 Model B+ and Raspberry Pi Camera Rev 1.3 which have been used to carry out the process of taking pictures on objects to be classified. After testing the test results with the correct prediction range is 66% or 33 images and 34% or 17 images with wrong predictions. Wrongly detected trash images occur because the images have similar patterns or images to each other. To improve accuracy, you can use the mobilenet V2 Library or Resnet on tensorflow.

Keywords—*Raspberry Pi 3, Pi Camera, Classification, CNN*

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan barang terbuang atau sisa yang tidak digunakan dan dipakai oleh pemiliknya. Sampah dalam pengelompokkan dibagi menjadi dua yaitu anorganik dan organik. Sampah anorganik dan organik memiliki manfaat, namun juga ada dampaknya untuk lingkungan. Sampah organik merupakan limbah yang berasal dari sisa alam (makhluk hidup) seperti manusia, tumbuhan, hewan yang mengalami pembusukan atau pelapukan.[1]

Pengelolaan sampah sekarang oleh pemerintah dunia adalah dengan melakukan pemilahan berdasarkan jenis sampah. Pemilahan ini bertujuan untuk sampah bisa diproses sesuai dengan jenis fisik maupun cara pembuangan dan pemusnahannya. Untuk melakukan pengenalan tersebut dapat menggunakan Convolutional Neural Network atau CNN.

Convolutional Neural Network atau CNN merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk mengolah suatu citra. CNN adalah penambahan dari MLP (Multi Layer Perceptron) dan salah satu algoritma Deep Learning. CNN sangat substansial dalam memperkenalkan suatu citra karena CNN mencoba mengikuti visual cortex manusia yang dapat mengolah informasi citra.[2] Projek ini hanya akan menjalankan program dari CNN atau Convolutional Neural Network.

Namun, untuk melakukan pengenalan atau mendeteksi suatu objek dibutuhkan alat. Alat yang digunakan adalah Raspberry Pi atau biasa disebut juga dengan Single Board Computer (SBC). Raspberry Pi ini telah dilengkapi berbagai fungsi seperti komputer yang lengkap menggunakan SOC (System On a Chip) yang dibungkus dan dipadukan ke dalam papan sirkuit kecil.[3] Dan untuk mendeteksi objek digunakan kamera yaitu Raspberry Pi Camera Rev 1.3. Raspi Camera ini memiliki resolusi 5 megapixel dan mendukung resolusi 720p, 1080p dan VGA90.[4]

Dari penelitian yang berjudul “Implementasi Sistem Klasifikasi Sampah Organik dan Anorganik dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation” membahas atau meneliti mengenai sistem klasifikasi sampah organik dan anorganik yang dapat diklasifikasi menggunakan metode jaringan saraf tiruan. Sistem mampu membedakan jenis sampah melalui proximity induktif, proximity kapasitif dan data sensor LDR. Prediksi yang dihasilkan dalam sistem ini mencapai 90% dengan rata-rata waktu 42,9ms.[5]

Sedangkan pada penelitian berjudul “Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Alat Tulis” membahas mengenai pengenalan objek ballpoint dan penghapus menggunakan package keras dengan backend tensorflow. Data yang digunakan 300 gambar dengan klasifikasi gambar train dan test untuk 3 kategori.[6]

Sistem ini menggunakan Raspberry Pi 3 Model B+ sebagai komputer mini dan Raspberry Pi Camera Rev 1.3 untuk menangkap gambar. Sedangkan, sampah organik yang digunakan sebagai bahan pengklasifikasian dalam projek ini adalah dedaunan, kulit pisang, cangkang telur, potongan wortel dan ranting pohon. Dari kelima sampah organik tersebut, model pengklasifikasian menggunakan Convolutional Neural Network atau CNN.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Raspberry Pi 3 Model B+

Raspberry Pi 3 Model B+ adalah generasi ketiga dari Raspi. Generasi ketiga ini memiliki 2 model yaitu B dan B+. Raspi 3 Model B+ ini menggunakan 64-Bit Broadcom BC2837 ARM-8 Quadcore Processor dengan integritas grafik Cortex-A53. Spesifikasi dari Raspi 3 Model B+ dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.[7]

Tabel 1. Spesifikasi Raspberry Pi 3 Model B+

No	Spesifikasi	Deskripsi
1	PROCESSOR	1.2 GHz
2	NUMBER OF CORES	4 Quad Core
3	NUMBER OF CORES RAM	1 GB
4	MEMORY	MicroSD Memory Card
5	GPIO	40
6	USB	4
7	HDMI	1.4 Standard
8	COMMUNICATION	Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth
9	PROTOCOLS	UART, I2C, SPI

2.2 Raspberry Pi Camera Rev 1.3

Raspberry Pi Camera Rev 1.3 atau lebih dikenal dengan Raspi Camera adalah kamera yang memiliki resolusi 2592x1944 pixel. Raspi Camera dihubungkan pada port CSI yang tersedia pada board Raspberry Pi 3 Model B+. Raspi Camera memiliki beberapa gambar dengan ukuran 5 Megapixel dan kualitas video HD 1080p30, 720p60, dan 640x480p90.[8]

2.3 Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan suatu metode yang digunakan untuk memproses atau memanipulasi gambar dalam bentuk dua dimensi. Konsep dasar dari memproses suatu objek pada gambar pada pengolahan citra sama seperti penglihatan manusia yang diproses ke otak manusia. Pengolahan citra dapat diaplikasikan dalam berbagai bentuk dengan tingkat kesuksesan cukup besar.[9]

2.4 Convolutional Neural Network atau CNN

Convolutional Neural Network atau *CNN* merupakan pengembangan dari *Multi Layer Perceptron (MLP)* dan didesain untuk mengolah data dua dimensi. *CNN* termasuk dalam *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak digunakan pada data citra.[10] Dan juga *CNN* merupakan suatu layer yang memiliki susunan neuron 3D (lebar, tinggi, dan kedalaman). Lebar dan tinggi merupakan ukuran layer sedangkan kedalaman merupakan mengacu pada jumlah layer.[11]

2.5 Sampah Organik

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, sampah adalah barang atau benda yang dibuang karena tidak terpakai lagi. Sampah bisa dihasilkan melalui berbagai sumber seperti industri, kegiatan rumah tangga, pertanian, perkantoran dan lain-lain. Sampah dikelompokkan menjadi dua yaitu sampah organik dan sampah anorganik.

Sampah yang dapat membusuk seperti sisa makanan, buah-buahan, dedaunan dan lain-lain sering disebut juga dengan sampah organik. Sampah organik bisa dimanfaatkan kembali dengan menggunakan pengolahan sampah seperti *Sanitary Landfill* dan *Insinerasi*. Di Pedesaan, Biasanya sampah organik banyak digunakan sebagai pupuk alam. Namun, sampah organik ini bisa dimanfaatkan kembali menjadi barang yang berguna dan bernilai mahal.[12]

2.6 Jupyter Notebook

Jupyter Notebook adalah dokumen yang dihasilkan oleh Jupyter Notebook App yang berisikan kode-kode komputer dan rich text element seperti gambar, persamaan matematik dan lain-lain. Jupyter Notebook berektensi file ipynb namun dapat juga diubah dengan file berektensi py. Sebelumnya, Jupyter Notebook dikenal sebagai Ipython Notebook dan akan berkembang atau berevolusi menjadi Jupyter Lab.[13]

2.7 TensorFlow

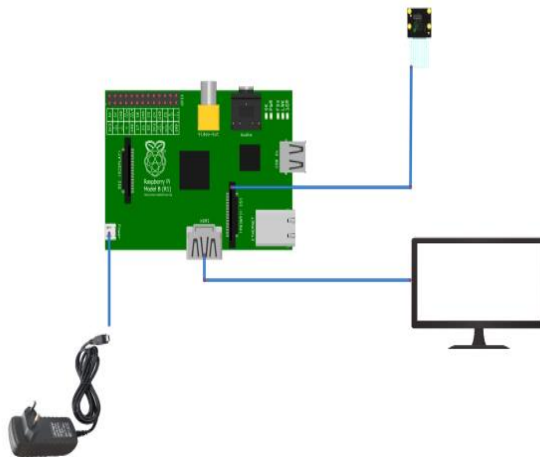
TensorFlow merupakan open source library yang digunakan untuk machine learning yang di release oleh Google yang mendukung beberapa bahasa pemrograman. Dalam prosesnya, TensorFlow menggunakan Transfer Learning untuk memproses Inception-v3 model untuk melakukan training ulang untuk menemukan data baru lalu menghasilkan klasifikasi dengan komputasi yang cepat dan akurat. TensorFlow bisa digunakan pada seluruh sistem operasi.[14]

2.8 Perancangan Sistem

Perancangan sistem yang akan dikembangkan pada model kali ini adalah Sistem Pemilah Sampah Organik Berbasis Pengolahan Citra Digital. Perancangan ini akan dimulai dengan melakukan perancangan pada perangkat keras. Perancangan ini meliputi dari pengecekan Raspberry Pi 3 model B+, dilanjutkan dengan melakukan pengaturan kepada kamera Raspberry Pi Camera Rev 1.3 dan melakukan import library pada Raspberry Pi 3 model B+. Untuk pembuatan program perangkat lunak (Software) menggunakan jupyter notebook dan thonny ide.

2.9 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Pada projek ini, perancangan perangkat keras (Hardware) dilakukan dengan membagi beberapa tahap yaitu, dimulai dengan mempersiapkan Raspberry Pi 3 model B+ dengan menyambungkan komponen-komponen yang telah dipersiapkan hingga melakukan perancangan kepada perangkat lunak (Software).



Gambar 1. Perancangan Hardware Raspberry Pi

Raspberry Pi Camera Rev 1.3, Monitor dan Adaptor 5v disambungkan dengan Raspberry Pi 3 model B+ dan digunakan sesuai dengan fungsinya. Penyusunan komponen dilakukan dengan Raspberry Pi Camera Rev 1.3 disambungkan dengan Raspi 3 model B+ menggunakan satu box dengan kamera kecil yang bisa dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



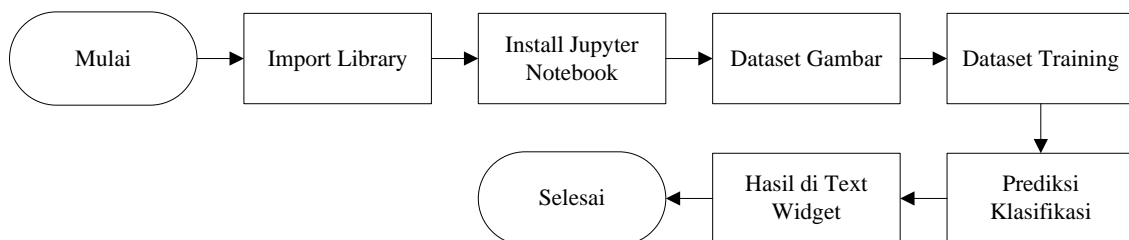
Gambar 2. Perancangan Komponen, Tampak Atas dan Tampak Tengah

2.10 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Dalam perancangan perangkat lunak (Software), Program yang digunakan berbahasa Python 3 dengan library TensorFlow sebagai pemroses gambar, meload data gambar, dan mengambil dataset untuk CNN. Library Pillow digunakan sebagai pemanggil gambar di dalam direktori / folder yang kemudian gambar diletakkan pada canvas. Untuk library Scikit-Learn untuk pengelompokkan gambar yaitu dengan train test split dengan cara menyatukan gambar menjadi masing-masing dataframe. Dan library terakhir yaitu Numpy yang digunakan untuk mengolah gambar menjadi nilai array.

Proses bekerja melalui beberapa tahapan yaitu, dimulai dengan mempersiapkan alat yang akan digunakan seperti Raspberry Pi 3 Model B+, Raspberry Pi Camera Rev 1.3 dan lain-lain. Dilanjutkan dengan melakukan perancangan alat dengan menyambungkan komponen-komponen dan mencoba alat jika ada yang tidak berfungsi dengan baik. Setelah itu, melakukan perancangan program klasifikasi dengan mempersiapkan library dan program yang digunakan.

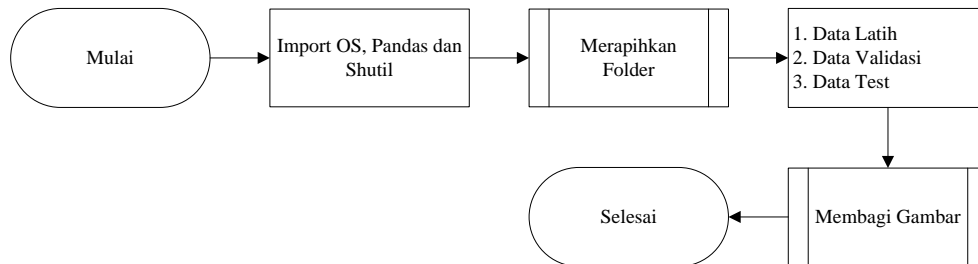
Lalu, penginstalan beberapa library seperti TensorFlow sebagai dasar dari data science, Numpy sebagai nilai array dan library lainnya. Setelah melakukan penginstalan, program dibuat dengan membagi menjadi 3 bagian yaitu menyiapkan dataset model, proses training model, dan membuat prediksi. Jika tidak berhasil melakukan klasifikasi pada model training maka dilakukan kembali perancangan program. Dan jika berhasil maka proses klasifikasi akan menghasilkan output sesuai gambar dari sampah organik yang akan ditesting. Flowchart perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

2.11 Perancangan Dataset Gambar

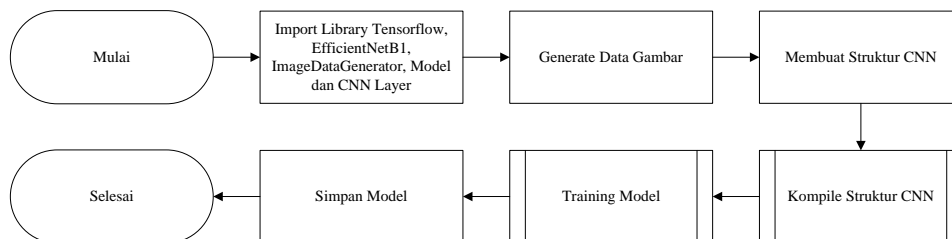
Perancangan dilakukan dengan menggunakan Jupyter Notebook. Jupyter Notebook dapat di aktifkan dengan membuka terminal dengan akses root. Kemudian mengimport beberapa library yang dibutuhkan seperti os, pandas dan shutil. Flowchart dataset gambar bisa dilihat pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Perancangan Dataset Gambar

2.12 Perancangan Data Training

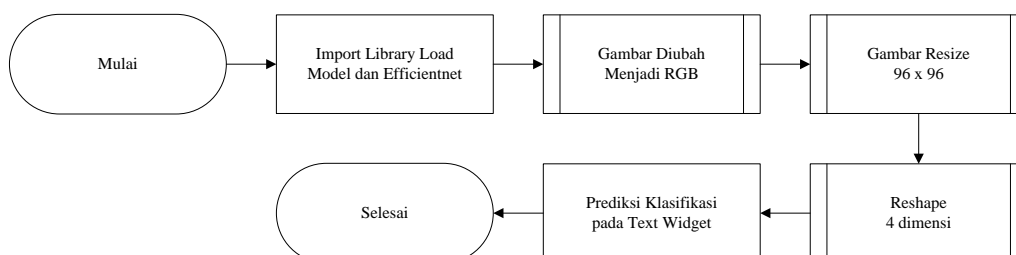
Data training dilakukan dengan menggunakan Thonny IDE sebagai Software untuk membuat program. Setelah melakukan dataset gambar dan folder gambar telah dibagi dan dirapihkan, proses selanjutnya adalah melakukan data training menggunakan gambar-gambar tersebut menggunakan CNN atau Convolutional Neural Network. Flowchart dari data training bisa dilihat pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Perancangan Data Training

2.14 Perancangan Hasil Prediksi

Tahapan kerja dalam pembuatan hasil prediksi dapat dilihat pada Flowchart digambar 6 berikut ini. Sebelum masuk ke proses prediksi gambar dari kamera diubah menjadi format RGB dan diresize menjadi ukuran 96 x 96, kemudian direshape menjadi bentuk 4 dimensi agar dapat dilakukan prediksi klasifikasi.



Gambar 6. Perancangan Hasil Prediksi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Raspberry Pi 3 Model B+

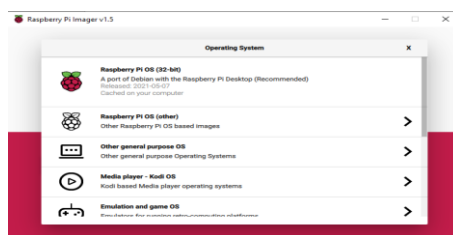
Pengujian Raspberry Pi 3 Model B+ dimulai dengan melakukan penginstalan Raspbian OS pada micro SD yang dihubungkan dengan Card Reader. Setelah penginstalan berhasil dilakukan buka terminal untuk melakukan update dan juga upgrade pada Raspberry Pi 3 model B+. Gambar 7 menunjukkan hasil pemasangan seluruh alat.



Gambar 7. Pengujian Raspberry Pi 3 Model B+

3.2 Penginstalan Raspbian OS

Download Raspberry Pi Imager pada website resmi dari Raspberry Pi. Setelah itu, buka Raspberry Pi Imager dan klik choose OS. Dan akan tampil pilihan untuk sistem operasi dan pilih Raspberry Pi OS (32-bit) yang dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Sistem Operasi pada Raspberry Pi Imager

Setelah Raspberry Pi OS dipilih, klik choose Micro SD dan klik Write. Raspberry Pi Imager akan melakukan penginstalan pada Micro SD. Setelah Raspberry Pi OS telah terinstall, letakkan Micro SD pada Raspberry Pi 3 Model B+. Atur terlebih dahulu pada Raspberry Pi seperti Negara, Password, Screen Dan Wireless Network. Dan tampilan awal pada Raspberry Pi OS bisa dilihat pada gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Tampilan Awal Raspberry Pi OS

Buka terminal lalu ketikkan `sudo su` untuk membuka akses root Dalam akses root ketik `apt-get update` dan `upgrade` untuk melakukan pembaharuan atau memperbaiki bug dan menginstall versi terbaru pada sistem `/etc/apt/source.list`.

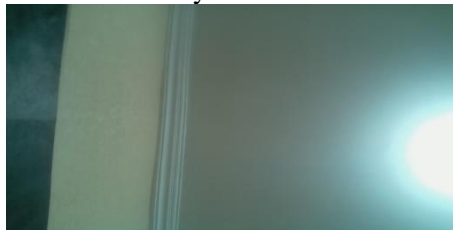
3.3 Pengujian Raspberry Pi Camera Rev 1.3

Pengujian raspi camera dilakukan dengan menghubungkan raspberry pi 3 model B+ dengan raspi camera pada CSI Camera port yang bisa dilihat pada gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. Pengujian Raspberry Pi Camera Rev 1.3

Kamera yang telah terpasang pada Camera port di Raspberry pi 3 model b+, lalu konfigurasi kamera dengan membuka terminal ketik `sudo raspi-config`. Setelah itu, pilih interface options dan enable pada P1 Camera lalu klik finish. Selesai melakukan restart pada raspberry pi, lakukan percobaan pada raspberry pi camera untuk mengetahui apakah camera berjalan dengan baik. Buka terminal, ketik `raspistill -v -o <nama>.jpg/jpeg/png`. Kamera siap digunakan untuk pengujian klasifikasi nantinya.



Gambar 11. Pengujian Kamera Menggunakan Raspberry Pi Camera


3.4 Pengujian Klasifikasi Menggunakan Data Asli atau Langsung

Pengujian data asli disini menggunakan data yang diambil menggunakan Raspberry Pi Camera dengan resolusi 320x240. Hasil tangkapan yang diambil kemudian disimpan pada folder data asli kemudian dilakukan klasifikasi dengan hasil yang dibedakan menjadi 5 kategori sampah organik yaitu kulit pisang, daun, ranting, potongan wortel, dan cangkang telur. Untuk tabel yang akan dibuat terdiri dari nama gambar, tingkat akurasi, hasil dan keterangan benar atau salah terdeteksi pada sampah organik tersebut. Sampah organik yang diujikan berjumlah 50 dengan masing-masing 10 objek yang dilakukan pengujian untuk setiap sampel.







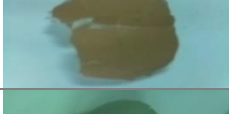


3.4.1 Cangkang Telur

Pada pengujian pertama menggunakan sampah organik yaitu cangkang telur. Cangkang Telur yang diuji berupa 10 buah dengan tingkat akurasi tertinggi yaitu 92.4% dan jumlah terdeteksi benar yaitu 8. Sedangkan, untuk akurasi yang salah yang tertinggi yaitu 59.4% dengan jumlah salah terdeteksi yaitu 2. Untuk hasil klasifikasi bisa dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Klasifikasi Cangkang Telur Dengan CNN

Gambar	Nama Gambar	Akurasi (%)	Keterangan
	Cangkang Telur 1	57.9	Benar




Sistem Pemilah Sampah Organik Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Klasifikasi CNN

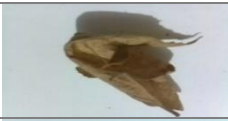





	Cangkang Telur 2	89.3	Benar
	Cangkang Telur 3	79.3	Benar
	Cangkang Telur 4	59.4	Salah
	Cangkang Telur 5	87.2	Benar
	Cangkang Telur 6	83.7	Benar
	Cangkang Telur 7	80.7	Benar
	Cangkang Telur 8	92.4	Benar
	Cangkang Telur 9	81.3	Benar
	Cangkang Telur 10	54.8	Salah

3.4.2 Daun

Sampah organik kedua yang diuji adalah daun. Hasil pengujian yang didapatkan pada daun adalah 8 terdeteksi sebagai daun dengan akurasi tertinggi 94.7% dan jumlah objek daun yang salah terdeteksi berjumlah 2 dengan akurasi tertinggi 61.6%. Tabel hasil prediksi daun dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Klasifikasi Daun Dengan CNN



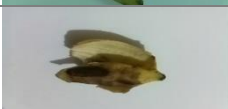

Gambar	Nama Gambar	Akurasi (%)	Keterangan
	Daun 1	95.9	Benar
	Daun 2	97.5	Benar
	Daun 3	47.7	Benar

	Daun 4	39.4	Salah
	Daun 5	58.7	Benar
	Daun 6	61.6	Salah
	Daun 7	91.7	Benar
	Daun 8	56.7	Benar
	Daun 9	84	Benar
	Daun 10	94.7	Benar





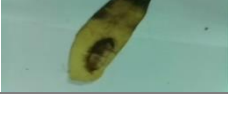
3.4.3 Kulit Pisang

Kulit Pisang menjadi sampah organik ketiga yang akan diujikan. Untuk persentasi akurasi tertinggi yaitu 99% dengan jumlah objek yang terdeteksi benar 3 dan objek terdeteksi salah berjumlah 7 dari 10 kulit pisang yang diuji. Kemungkinan kulit pisang memiliki persamaan dengan cangkang telur yang menyebabkan hasil yang keluar kebanyakan adalah cangkang telur. Hasil prediksi bisa dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Klasifikasi Daun Dengan CNN

Gambar	Nama Gambar	Akurasi (%)	Keterangan
	Kulit Pisang 1	54.3	Salah
	Kulit Pisang 2	81.1	Salah
	Kulit Pisang 3	75.1	Benar
	Kulit Pisang 4	45	Salah







Sistem Pemilah Sampah Organik Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Klasifikasi CNN





	Kulit Pisang 5	87	Benar
	Kulit Pisang 6	74.3	Salah
	Kulit Pisang 7	74.5	Salah
	Kulit Pisang 8	82.2	Salah
	Kulit Pisang 9	94.8	Benar
	Kulit Pisang 10	65.8	Salah

3.4.4 Potongan Wortel

Sampah organik yang diuji adalah potongan wortel. Potongan wortel memiliki akurasi tertinggi yaitu 91.5% dengan jumlah objek yang terdeteksi sebagai potongan wortel yaitu 8 objek. Hasil prediksi dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Klasifikasi Daun Dengan CNN









Gambar	Nama Gambar	Akurasi (%)	Keterangan
	Potongan Wortel 1	86	Benar
	Potongan Wortel 2	90.6	Benar
	Potongan Wortel 3	91.5	Benar
	Potongan Wortel 4	79.2	Benar
	Potongan Wortel 5	63.7	Benar
	Potongan Wortel 6	74.4	Benar



	Potongan Wortel 7	65.1	Benar
	Potongan Wortel 8	58.2	Salah
	Potongan Wortel 9	82	Benar
	Potongan Wortel 10	48.9	Salah

3.4.5 Ranting

Sampah organik selanjutnya adalah ranting. Ranting ini memiliki akurasi tertinggi yaitu 99.5% dengan jumlah objek ranting yang terdeteksi benar berjumlah 6 dan objek yang terdeteksi salah berjumlah 4. Hasil prediksi dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Klasifikasi Daun Dengan CNN

Gambar	Nama Gambar	Akurasi (%)	Keterangan
	Ranting 1	99.5	Benar
	Ranting 2	33.6	Salah
	Ranting 3	93.2	Benar
	Ranting 4	95.3	Benar
	Ranting 5	98.5	Benar
	Ranting 6	41.7	Salah
	Ranting 7	35.7	Salah
	Ranting 8	87.6	Benar

	Ranting 9	50	Benar
	Ranting 10	64.5	Salah

3.4.6 Pengujian Keseluruhan

Setelah melakukan pengujian pada seluruh sampah organik, pengujian diakhiri dengan menghitung berapa banyak sampah yang terdeteksi benar dan sampah yang terdeteksi salah. Penghitungan dilakukan dengan menggunakan rumus:

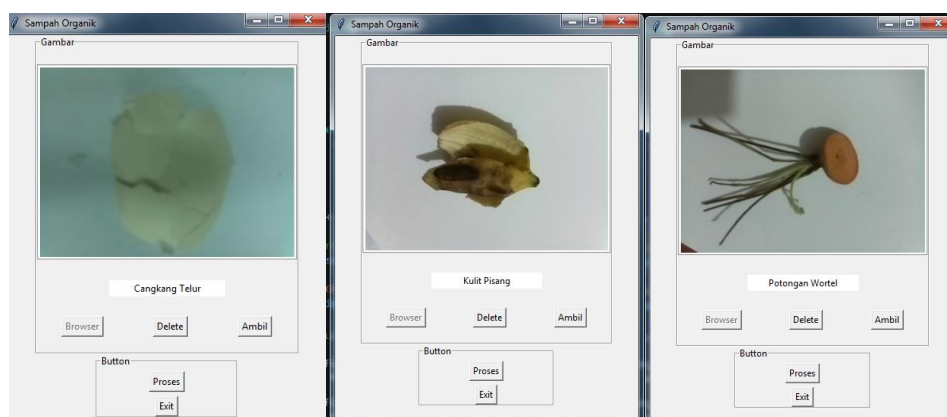
$$\frac{\text{Jumlah Sampah Yang Terdeteksi Benar / Salah}}{\text{Jumlah Total Sampah Yang Diuji}} \times 100\% \quad (1)$$

Hasil persentase yang didapatkan dari rumus tersebut adalah jumlah sampah yang terdeteksi benar atau salah dibagi dengan total sampah yang diujikan dan dikali dengan 100%. Hasil penghitungan dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Persentase Sampah Terdeteksi Benar atau Salah

No	Nama Sampah Organik	Sampah Terdeteksi Benar (%)	Sampah Terdeteksi Salah (%)
1	Cangkang Telur	80	20
2	Daun	80	20
3	Kulit Pisang	30	70
4	Potongan Wortel	80	20
5	Ranting	60	40
	Total	66	34

Pada tabel 7 di atas bisa dilihat sampah yang terdeteksi benar tertinggi adalah 80% dengan sampah terdeteksi benar terkecil adalah kulit pisang yaitu 30%. Kulit pisang kebanyakan terdeteksi sebagai cangkang telur, karena cangkang telur dan kulit pisang memiliki kemiripan pola yang menyebabkan CNN mengklasifikasikan kulit pisang sebagai cangkang telur. Total akurasi dari pengujian benar adalah 66% dengan prediksi benar berjumlah 33 gambar dan jumlah prediksi salah berjumlah 17 gambar atau 34% dari total 50 data gambar sampah organik yang diujikan. Adapun screenshot dari program visual dari fitur prediksi yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 12 berikut ini.



Gambar 12. Pengujian Program Visual

4. KESIMPULAN

Pengujian Raspberry Pi Camera Rev 1.3 dilakukan dengan melakukan pemasangan terlebih dahulu pada Camera CSI Port. Raspberry Pi Camera yang telah terpasang harus dilakukan proses enable. Proses enable ini digunakan untuk mengaktifkan perangkat yang telah terpasang pada port sebelumnya. Proses enable bisa dilakukan dengan membuka terminal dan ketik `sudo raspi-config` kemudian buka interface options dan pada P1 pilih enable. Setelah itu, raspberry akan melakukan restart dan untuk mencoba apakah raspberry pi camera telah diaktifkan, buka terminal dan ketik `raspistill -v/-o <nama>.jpeg/jpg/png`. Dan hasilnya adalah kamera berjalan dengan baik dan siap digunakan untuk melakukan proses pengambilan gambar pada objek-objek yang akan diklasifikasikan.

Sampah organik yang diujikan pada klasifikasi projek ini terdiri dari cangkang telur, daun, kulit pisang, potongan wortel, dan ranting. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Convolutional Neural Network atau CNN. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil pengujian dengan rentang prediksi benar adalah 66% atau 33 gambar dan 34% atau 17 gambar dengan prediksi salah. Gambar sampah yang terdeteksi salah terjadi karena gambar memiliki kemiripan pola atau citra yang satu sama lainnya.

5. SARAN

Untuk hardware dari Raspberry Pi bisa menggunakan Raspberry Pi 4. Karena raspberry pi 4 memiliki CPU speed yang lebih cepat sehingga proses klasifikasi lebih mudah dan memiliki RAM yang lebih tinggi dari Raspberry Pi 3 Model B+. Kamera bisa menggunakan Raspberry Pi Camera V2 8MP atau webcam sehingga gambar yang ditampilkan lebih jernih dan bagus. Untuk meningkatkan akurasi bisa menggunakan Library mobilenet V2 atau Resnet pada tensorflow.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Taufiq and F. M. Maulana, "Sosialisasi Sampah Organik Dan Non Organik Serta Pelatihan Kreasi Sampah," *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, vol. 4, no. 1. pp. 68–73, 2015.
- [2] A. Peryanto, A. Yudhana, and R. Umar, "Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network dan K Fold Cross Validation," *Journal of Applied Informatics and Computing*, vol. 4, no. 1. pp. 45–51, 2020, doi: 10.30871/jaic.v4i1.2017.

- [3] D. Wijaya, Indra, N. Usman, and A. Barata, mula, "Implementasi Raspberry Pi Untuk rancang bangun sistem keamanan pintu ruang server dengan pengenalan wajah menggunakan metode triangle face," *Jurnal informatika polinema*, vol. 4. pp. 9–16, 2017.
- [4] R. tulloh Kurniawan Muhamad Irfan , Sunarya Unang, "Internet of Things : Sistem Keamanan Rumah berbasis Raspberry Pi dan Telegram Messenge." *ELKOMIKA Jurnal Teknik Energi Elektrik Teknik Telekomunikasi & Teknik Elektronika*, p. Halaman 1-15, 2017.
- [5] F. P. Fantara, D. Syauqy, and G. E. Setyawan, "Implementasi Sistem Klasifikasi Sampah Organik dan Anorganik dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, vol. 2, no. 11. pp. 5577–5586, 2018.
- [6] J. Pujoseno, "Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Alat Tulis," *Tugas Akhir Universitas Islam Indonesia*, vol. 7, no. 2. pp. 1–25, 2018, [Online]. Available: [https://www.uam.es/gruposinv/meva/publicaciones/jesus/capitulos_espanyol_jesus/2005_motivacion para el aprendizaje Perspectiva alumnos.pdf%0Ahttps://www.researchgate.net/profile/Juan_Aparicio7/publication/253571379_Los_estudios_sobre_el_cambio_conceptual_](https://www.uam.es/gruposinv/meva/publicaciones/jesus/capitulos_espanyol_jesus/2005_motivacion_para_el_aprendizaje_Perspectiva_alumnos.pdf%0Ahttps://www.researchgate.net/profile/Juan_Aparicio7/publication/253571379_Los_estudios_sobre_el_cambio_conceptual_).
- [7] M. Sałuch et al., "Raspberry PI 3B + microcomputer as a central control unit in intelligent building automation management systems," *MATEC Web of Conferences*, vol. 196. 2018, doi: 10.1051/mateconf/201819604032.
- [8] S. Richadus, Tungky, "Prototype Sistem Pemantauan Loker Dosen Fakultas Sains Dan Teknologi Menggunakan Raspberry Pi Dengan Notifikasi Email," *Phys. Rev. E*, no. 1993. p. 24, 2015, [Online]. Available: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/377/4/Muñoz_Zapata_Adriana_Patricia_Artículo_2011.pdf.
- [9] E. P. Purwandari, "Peningkatan Kualitas Pembelajaran Pengolahan Citra Digital pada Program Studi Teknik Informatika menggunakan Model Project Based Learning," *Jurnal Rekursif*, vol. 2, no. 1. pp. 53–62, 2014.
- [10] R. S. I Wayan Suartika E. P, Arya Yudhi Wijaya, "Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) pada Caltech 101." 2016.
- [11] A. Rahim, K. Kusriani, and E. T. Luthfi, "Convolutional Neural Network untuk Kalasifikasi Penggunaan Masker," *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 10, no. 2. p. 109, 2020, doi: 10.35585/inspir.v10i2.2569.
- [12] Marfuatun, "Potensi Pemanfaatan Sampah Organik," *fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta*. pp. 1–8, 2013.
- [13] S. Dedi, "Penggunaan Piranti Lunak Jupyter Notebook dalam Upaya Mensosialisasikan Open Science." 2018.
- [14] T. Panggabean, Imanuel, "Pendeteksian Dan Pengenalan Wajah Manusia Untuk Peningkatan Kinerja Kamera Pengaman." 2018.