

Klasifikasi Sampah Logam Dan Plastik Berbasis *Raspberry Pi* Dengan Metode Convolution Neural Network

Ahmad Afifur Rahman
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
if16.ahmadrahan@mhs.ubpkarawang.ac.id

Ahmad Fauzi
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
afauzi@ubpkarawang.ac.id

Jamaludin Indra
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
jamaludin.indra@ubpkarawang.ac.id

Abstract— Hasil Susenas menunjukkan hanya 1,2 persen rumah tangga melakukan daur ulang sampah. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan peran teknologi yaitu dengan membuat alat yang dapat mengklasifikasikan jenis sampah. *Raspberry pi* mengklasifikasikan sampah bekas minuman kemasan logam, plastik dan *other*. Gambar dari *pi camera* diproses pada *raspberry pi* untuk mengetahui jenis sampah logam, plastik dan *other*. Pada proses klasifikasi terdapat 2 tahapan yaitu *train model* dan *predict*. Proses klasifikasi menggunakan metode *cnn*. *Train model* adalah proses pelatihan model untuk mengenal sampah. Hasil proses *training* dengan 20 kali *epoch* diperoleh hasil nilai akurasi *training* 0.9866. Dari model yang sudah ditraining dilakukan proses prediksi untuk melakukan klasifikasi sampah. Dari 20 kali percobaan diperoleh rata-rata akurasi pengujian model 81,387 %.

Kata kunci —*cnn*, *raspberry pi*, sampah

I. PENDAHULUAN

Sampah adalah limbah dari hasil sisa-sisa kegiatan manusia sehari-hari yang dianggap tidak berguna lagi, berupa organik maupun anorganik, berupa padat maupun setengah padat, berupa non logam maupun logam, tidak termasuk hasil dari kotoran manusia [1]. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menyebutkan jumlah rata-rata produksi sampah di Indonesia mencapai 175.000 ton per hari atau setara dengan 64 juta ton per tahun. Berdasarkan nilai Indeks Perilaku Ketidakpedulian Lingkungan Hidup (IPKLH) pengelolaan sampah memiliki nilai indeks paling besar yaitu 0,72, hal ini menunjukkan bahwa 72 persen masyarakat Indonesia kurang peduli dengan masalah sampah [2]. Hasil Susenas menunjukkan hanya 1,2 persen rumah tangga melakukan daur ulang sampah. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan peran teknologi yang dapat membantu program pemerintah untuk dapat melakukan gerakan pemilahan sampah. Salah satu solusi yaitu dengan membuat alat yang dapat mengklasifikasikan jenis sampah.

Telah dilakukan penelitian mengenai klasifikasi sampah organik dan anorganik menggunakan metode convolution neural network. Dataset waste classification data dari Kaggle digunakan untuk melatih model agar dapat mengklasifikasikan sampah organik dan anorganik. Hasil penelitian didapatkan nilai akurasi 62% untuk sampah anorganik dan 96% untuk sampah organik [3]. Kemudian penelitian mengenai klasifikasi sampah plastik menggunakan model unsupervised learning yang dilakukan proses pelatihan sebanyak 5000 kali mendapatkan hasil nilai akurasi 80% [4]. Penelitian mengenai aplikasi untuk mendeteksi jenis-jenis sampah menggunakan model resnet, VGG, inception dan mobile net. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model resnet mendapatkan hasil akurasi paling baik dengan nilai akurasi 90% [5]. Model resnet diterapkan pada komputer dengan spesifikasi yang tinggi sedangkan model mobilenet dapat diterapkan pada raspberry pi. Nilai akurasi pada model cnn dapat ditingkatkan dengan proses optimasi [6]. Hasil dari optimasi meningkatkan nilai akurasi model yang awalnya sebesar 67,7% menjadi 91,2%. Selain itu nilai akurasi dapat ditingkatkan dengan mengatur parameter epoch dan learning rate [7]. Hasil penelitian mengenai pengenalan gangguan ginjal pada Raspberry Pi Model 3 B+ didapatkan nilai akurasi 100%.

Atas dasar tersebut, penelitian ini menerapkan metode *convolution neural network* untuk mengklasifikasikan sampah logam dan plastik dengan *raspberry pi* dan *pi camera*. Dataset berupa gambar sampah bekas minuman kemasan logam dan plastik dikumpulkan untuk melatih model *cnn*. Proses pelatihan model dilakukan pada *google colab* karena membutuhkan spesifikasi *gpu* yang tinggi. Model yang sudah terlatih diterapkan pada *raspberry pi* untuk proses klasifikasi.

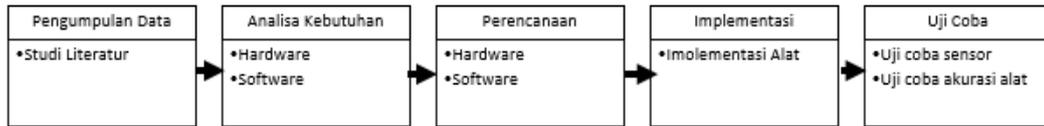
II. METODE PENELITIAN

A. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah mengklasifikasi sampah logam dan plastik dengan metode *convolution neural network* pada *raspberry pi*. Data diperoleh dengan mengumpulkan gambar jenis sampah bekas minuman kemasan logam dan plastik untuk proses pengenalan jenis sampah. Penelitian ini dilakukan di Lab riset UBP karawang bulan Desember 2020.

B. Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai dengan pengumpulan data mengenai metode *cnn* dan *raspberry pi*. Analisa kebutuhan dibutuhkan untuk mengumpulkan kebutuhan penelitian pemilahan sampah otomatis. Perancangan terbagi menjadi dua yaitu *hardware* dan *software*. Selanjutnya tahap implementasi dan uji coba alat.



Gambar 1 Prosedur Penelitian

C. Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan bahan, informasi, dan referensi yang relevan berkaitan dengan topik penelitian melalui jurnal, buku dan internet. Materi yang diperlukan dalam hal ini berkaitan dengan *cnn* dan *raspberry pi*.

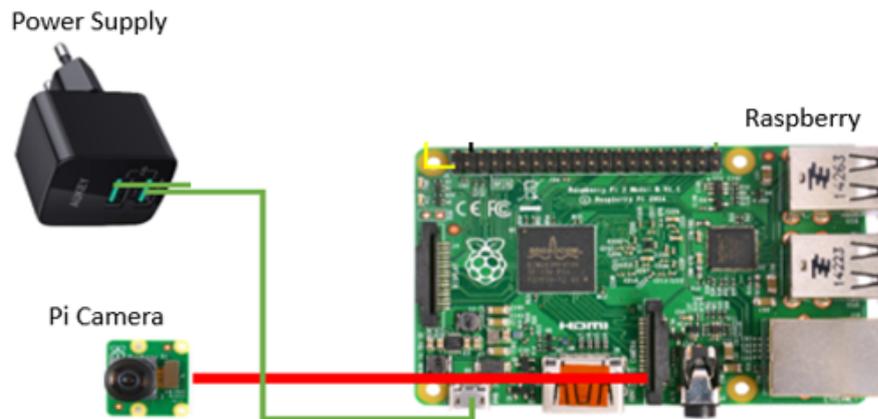
D. Analisa Kebutuhan

Penelitian ini membutuhkan beberapa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yaitu :

1. Laptop
2. *Raspberry Pi 2 Model B*
3. *Power Supply 5 VDC*
4. *Raspberry Pi Camera*
5. Sistem Operasi *Windows 10*
6. Sistem Operasi *Raspbian* untuk *Raspberry Pi*
7. *Python* versi 3.7.3
8. *Google Collab*
9. *Notepad ++*

E. Perencanaan

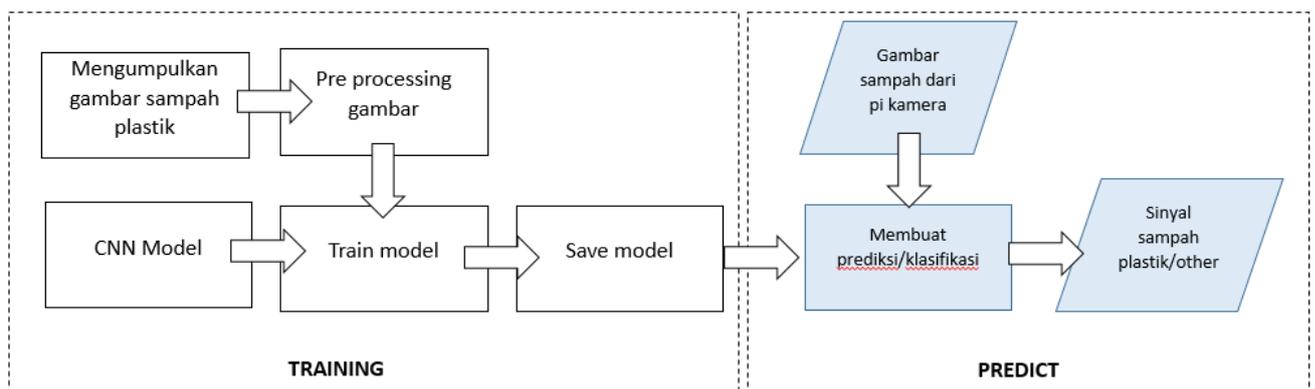
1) Skema Perangkat Keras



Gambar 2. 1 Skema Perangkat Keras

Pada penelitian ini *power supply* berfungsi menyuplai catu daya ke *raspberry pi*. *Pi camera* berfungsi mengambil gambar sampah. Gambar yang dihasilkan berupa citra *RGB* dengan ukuran pixel 240×240 . *Raspberry pi* melakukan proses klasifikasi dengan metode *convolution neural network*. Hasil klasifikasi berupa prediksi dan nilai keyakinan.

2) Skema Klasifikasi Sampah Dengan Metode CNN



Gambar 2. 2 Skema Klasifikasi Sampah Dengan Metode CNN

Sampel gambar dikumpulkan dari gambar sampah bekas minuman kemasan. Sebelum proses *training* dilakukan *preprocessing* pada gambar dengan cara *rescale* dan *resizing* untuk menyesuaikan *input shape* pada model yang akan digunakan. Model yang digunakan adalah model yang sebelumnya sudah dilatih dari *Tensorflow Hub*. Selanjutnya proses *training* untuk menghasilkan model baru. Model disimpan dengan format *tflite* karena format tersebut sesuai untuk *raspberry pi*. Semua proses *training* dikerjakan menggunakan *google colab* karena proses *training* membutuhkan spesifikasi notebook yang tinggi. Setelah didapatkan model maka proses selanjutnya membuat prediksi menggunakan *raspberry pi*. *Pi camera* mengambil gambar sampah. Gambar dimasukkan ke dalam model untuk dilakukan prediksi atau klasifikasi, apakah gambar tersebut merupakan sampah bekas kemasan minuman logam, plastik atau *other*.

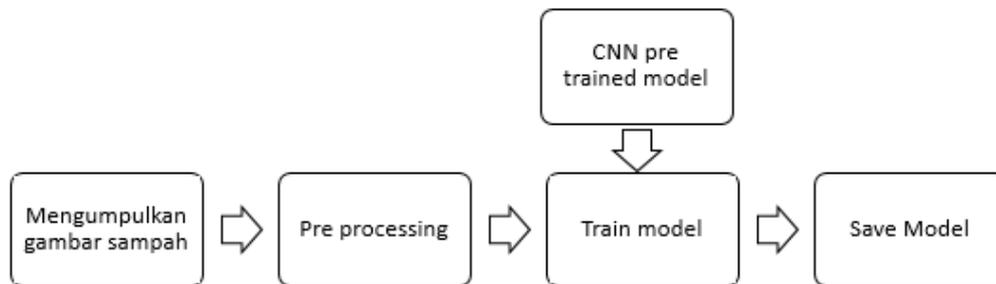
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi

Terdapat 2 tahapan dalam klasifikasi sampah plastik menggunakan metode *cnn* yaitu tahapan *training* dan *predict*. *Training* adalah proses pelatihan model agar dapat mengenali sampah plastik. *Predict* adalah proses klasifikasi menggunakan model yang sudah dilatih untuk mengenali sampah plastik.

1) Training Process

Tahapan training dimulai dari mengumpulkan gambar sampah, *pre processing* gambar, *train model* menggunakan *cnn pretrained model* dan terakhir simpan model dengan format *tensorflow lite*. Gambar diambil dari 26 jenis sampah kemasan minuman. Proses training dilakukan di *google colabs* dan hasil dari training merupakan sebuah model yang sudah dilatih untuk mengklasifikasikan 26 jenis sampah.



Gambar 3. 1 Tahapan Proses Training

Tahapan awal pada proses training adalah mengumpulkan gambar sampah yang akan diklasifikasikan sebagai sampah logam, plastik dan *other*. Gambar diambil menggunakan *Pi Camera* dan disimpan di *raspberry pi*. Sampel gambar diambil dari 26 jenis sampah bekas minuman kemasan. Setiap jenis sampah diambil minimal 100 kali dengan posisi yang berbeda, sehingga total sampel yang diambil adalah 3302 gambar. Hasil gambar sampah berupa citra *RGB* dengan efek lensa *fish eye* untuk mendapatkan detail lebih pada sampah.



Gambar 3. 2 Dataset Sampah

Sebelum melakukan pelatihan model, gambar atau *dataset* yang sudah diambil dilakukan proses *pre processing*. gambar dikelompokkan menjadi 26 *class* dengan cara membuat 26 folder sesuai dengan nama sampah. 26 folder dimasukkan kedalam 1 folder dengan nama sampah. Folder sampah dilakukan arsip dengan format zip.

 logamademsari	14/05/2022 13:31	File folder
 logamcola	14/05/2022 13:28	File folder
 logamgreensand	14/05/2022 13:11	File folder
 logamlarutanjambu	14/05/2022 13:03	File folder
 logamlarutanjeruk	14/05/2022 13:15	File folder
 logammilo	14/05/2022 13:24	File folder
 logamnescafemerah	14/05/2022 13:07	File folder
 logamnescafemocha	14/05/2022 13:19	File folder
 otherbuavitajambu	14/05/2022 14:26	File folder
 otherbuavitamangga	14/05/2022 14:29	File folder
 othernescafekotak	14/05/2022 14:33	File folder
 othertehbotol	14/05/2022 14:18	File folder
 otherultramilkcoklat	14/05/2022 14:21	File folder
 otherultramilkstroberi	14/05/2022 14:24	File folder
 plastikimoryogurtori	14/05/2022 13:55	File folder
 plastikgoodday	14/05/2022 13:46	File folder
 plastikichitan	14/05/2022 14:15	File folder
 plastikkapalapiwhite	14/05/2022 14:06	File folder
 plastikinyogurt	14/05/2022 13:50	File folder
 plastikkopiko78d	14/05/2022 14:02	File folder

Gambar 3. 3 26 Class Sampah

Train Model adalah proses pelatihan model agar bisa mengenali atau mengklasifikasikan objek. Pada tahap *train model* diperlukan sekumpulan gambar yang sudah dikelompokkan dan sebuah model. Proses *train model* dilakukan di *google colabs* karena proses *train* membutuhkan spesifikasi *hardware* yang besar agar tidak memerlukan waktu yang lama.

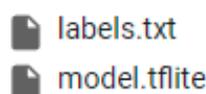
Tahap awal file sampah yang sebelumnya sudah diarsip di *upload* ke *google colabs*. File yg sudah di *upload* selanjutnya dilakukan *unzip* di *google colabs*. Variabel *image_path* berisi direktori hasil dari *unzip dataset*. *Train data* digunakan untuk proses *train model*. Model yang digunakan yaitu *EfficientNet-Lite0*. Proses *train* dilakukan sebanyak 20 kali untuk mendapat nilai akurasi yang baik. Hasil proses *training* dengan 20 kali *epoch* diperoleh hasil nilai akurasi *training* 0.9866.

```

21/21 [=====] - 2s 83ms/step - loss: 0.9212 - accuracy: 0.9688
Epoch 15/20
21/21 [=====] - 2s 82ms/step - loss: 0.8793 - accuracy: 0.9836
Epoch 16/20
21/21 [=====] - 2s 80ms/step - loss: 0.8907 - accuracy: 0.9777
Epoch 17/20
21/21 [=====] - 2s 82ms/step - loss: 0.8994 - accuracy: 0.9613
Epoch 18/20
21/21 [=====] - 2s 84ms/step - loss: 0.8937 - accuracy: 0.9643
Epoch 19/20
21/21 [=====] - 2s 82ms/step - loss: 0.8727 - accuracy: 0.9792
Epoch 20/20
21/21 [=====] - 2s 87ms/step - loss: 0.8479 - accuracy: 0.9866
    
```

Gambar 3. 4 Hasil Proses Training

Model yang sudah dilatih untuk mengenali sampah logam, plastik dan *other* masih tersimpan di *google colabs*. Untuk itu dilakukan proses *export* agar bisa digunakan pada *raspberrypi*. Hasil *export* berupa *file* model dengan format *.tflite* dan label dengan format *.txt*.



Gambar 3. 5 Hasil File Save Model

2) Predict Process

Tahapan *predict* dimulai dari mengambil gambar dari *pi camera*, membuat prediksi dan menampilkan hasil prediksi. Sebelum melakukan prediksi atau klasifikasi diperlukan sebuah gambar. Gambar diambil melalui *pi camera* yang terhubung dengan *raspberrypi*.



Gambar 3. 6 Sampah Yang Akan Diklasifikasi

Pada tahap prediksi diperlukan *tensorflow lite model* dan *file label* yang sudah dilatih untuk mengenal sampah. Gambar yang sudah diambil dari *pi camera* dilakukan proses *load* dan *resize* sesuai dengan ukuran panjang dan lebar *input* model. Model dilakukan proses *load* dengan *syntax interpreter = Interpreter()*. Model dan gambar dimasukkan kedalam *input* fungsi *classify_image*. Hasil dari fungsi *classify_image* berupa *label id* dan *score* prediksi. Dari terminal *raspberry pi* ditampilkan hasil klasifikasi berupa *image label* dan *accuracy*.

```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~ $ python3 /home/pi/1.WasteSorting/main.py
Model Loaded Successfully.
Image Shape ( 224 , 224 )
Classificaiton Time = 0.829 seconds.
Image Label is : plastikpocari , with Accuracy : 73.44 % .
0.734375
sampah adalah plastik
pi@raspberrypi:~ $
    
```

Gambar 3. 7 Hasil Proses Prediksi

B. Uji Coba

Pengujian dimulai dengan menghubungkan kabel LAN dari laptop untuk mengakses raspberry pi melalui *VNC Viewer*. Hasil klasifikasi berupa prediksi nama sampah dan nilai keyakinan.

Tabel 3. 1 Hasil Pengujian Model

No	Nama Sampah	Hasil Prediksi	Keterangan	Keyakinan (%)
1	plastikgoodday	plastikgoodday	Sesuai	87.5
2	logamcola	logamcola	Sesuai	93.75
3	plastikkopiko	plastikkopiko	Sesuai	81.25
4	plastikpocari	plastikpocari	Sesuai	89.45
5	plastikpulpyjeruk	plastikpulpyjeruk	Sesuai	79.69
6	logammilo	logammilo	Sesuai	61.33
7	otherultramilcoklat	otherultramilkcoklat	Sesuai	62.11
8	othertehbotol	othertehbotol	Sesuai	69.53
9	plastikcimoryyogurtori	plastikcimoryyogurtori	Sesuai	88.28
10	plastiknescafelatte	plastiknescafelatte	Sesuai	93.75
11	logamademsari	logamademsari	Sesuai	84.38
12	logamgreensand	logamgreensand	Sesuai	67.58
13	logamnescafemocha	logamnescafemocha	Sesuai	76.56
14	logamlarutanjeruk	logamlarutanjeruk	Sesuai	77.34
15	plastikmilo	plastikmilo	Sesuai	96.48

No	Nama Sampah	Hasil Prediksi	Keterangan	Keyakinan (%)
16	plastikpulpyanggur	plastikpulpyanggur	Sesuai	86.33
17	plastikkiyogurt	plastikkiyogurt	Sesuai	78.52
18	otherbuavitajambu	otherbuavitajambu	Sesuai	69.92
19	otherultramilkstroberi	otherultramilkstroberi	Sesuai	96.88
20	plastikmilkstroberi	plastikmilkstroberi	Sesuai	87.11

Pada tabel hasil pengujian model diperoleh hasil prediksi logammilo memiliki nilai keyakinan paling kecil yaitu 61,33. Hal ini dipengaruhi 2 faktor, yaitu kemiripan bentuk dari jenis sampah dan dataset untuk melatih masih sedikit. Dari 20 kali percobaan dapat dihitung untuk memperoleh rata-rata keyakinan dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata keyakinan} &= \text{jumlah nilai keyakinan} \div \text{jumlah data percobaan} \\ &= 81,387 \% \end{aligned}$$

IV. KESIMPULAN & SARAN

Klasifikasi sampah plastik dimulai dengan mengumpulkan *dataset* gambar sampah. *CNN pretrained* model disiapkan untuk selanjutnya dilakukan proses *training* menggunakan *dataset* sampah yang sudah ditentukan kategori atau *class*. Hasil proses *training* dengan 20 kali *epoch* diperoleh hasil nilai akurasi *training* 0.9866. Dari model yang sudah ditraining dilakukan proses prediksi untuk melakukan klasifikasi jenis sampah. Dari 20 kali percobaan diperoleh rata-rata nilai keyakinan pengujian model 81,387 %.

PENGAKUAN

Naskah ilmiah ini adalah sebagian dari penelitian Tugas Akhir milik Ahmad Afifur Rahman dengan judul Pemilahan Sampah Logam Dan Plastik Berbasis *Arduino* dan *Raspberry pi* Dengan Metode *Convolution Neural Network*, yang dibimbing oleh Pembimbing I Ahmad Fauzi dan Pembimbing II Jamaludin Indra.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kurniaty, Y., Nararaya, W. H. B., Turawan, R. N., & Nurmuhamad, F. (2016). Mengefektifkan Pemisahan Jenis Sampah Sebagai Upaya Pengelolaan Sampah Terpadu Di Kota Magelang. *Varia Justicia*, 12(1), 135-150.
- [2] Kemenkeu, "Media Keuangan," Kemenkeu, vol. 8, no. 14, p. 002, 2019.
- [3] Abdurrahman, I. R., Yolanda, A. H. P., Afzal, Z., Faisal, D. A. (2022). Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik Menggunakan *Convolutional Neural Network*.
- [4] Irfan, N. P., Tatang, R., Tohirin, A. M. (2020). Pengenalan Sampah Plastik Dengan Model *Convolution Neural Network*.
- [5] Stephen, Raymond, Handri, S. (2019). Aplikasi *Convolution Neural Network* Untuk Mendeteksi Jenis-Jenis Sampah.
- [6] Rima, D. R., Afandi, N. A. T., Condro, K., April, J., Tri, G. L., Novanda, A. S. N. (2021). Optimasi Akurasi Metode *Convolution Neural Network* Untuk Identifikasi Jenis Sampah.
- [6] Indra, A., Faisal, H., M. Khairul, A. R. (2020). *Pre-Diagnosis Gangguan Ginjal Melalui Citra Iris Mata Menggunakan Raspberry Pi Dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN)*.