

Perancangan Sistem Aplikasi Pendeteksi Sampah Daur Ulang Dengan Metode *Convolutional Neural Network* Berbasis Web

Rizki Ramadhan Lestario^{1*}, Anis Mirza¹

¹Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspipetek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: ^{1*}rizkiramarama@gmail.com, ²dosen00289@unpam.ac.id

(* : coressponding author)

Abstrak– Penanganan sampah daur ulang menjadi semakin penting di era modern ini. Salah satu masalah utama yang dihadapi adalah keterbatasan teknologi yang dapat mendeteksi jenis sampah secara akurat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem aplikasi pendeteksi sampah daur ulang dengan metode *convolutional neural network* berbasis web. Metode yang digunakan adalah *convolutional neural network* (CNN) yang telah dilatih menggunakan dataset sampah daur ulang. Sistem aplikasi pendeteksi sampah ini berbentuk *website*, dengan cara mengunggah gambar sampah untuk dideteksi jenisnya. Metode *convolutional neural network* yang digunakan mampu mengenali sampah dengan akurasi yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem aplikasi pendeteksi sampah daur ulang dengan metode *convolutional neural network* ini dapat memudahkan pengelolaan sampah dan meningkatkan efisiensi proses daur ulang.

Kata Kunci: Sampah Daur Ulang, Convolutional Neural Network, Aplikasi Web, Deteksi Sampah.

Abstract– *Waste recycling management is becoming increasingly important in this modern era. One of the main challenges faced is the limitation of technology that can accurately detect the type of waste. Therefore, this study aims to design and develop a web based waste recycling detection application system using convolutional neural network method. The method used is the Convolutional Neural Network (CNN) which has been trained using waste recycling dataset. The waste detection application system is in the form of a website, which works by uploading waste images to detect their types. The convolutional neural network method used is able to recognize waste with high accuracy. The research results show that this waste recycling detection application system using convolutional neural network method can facilitate waste management and improve recycling process efficiency.*

Keywords: Waste Recycling, Convolutional Neural Network, Web Application, Waste Detection.

1. PENDAHULUAN

Sampah masih menjadi permasalahan serius di Indonesia saat ini. Keadaan ini terjadi di berbagai kota di Indonesia akibat perilaku masyarakat yang suka membuang sampah sembarangan dan tidak memedulikan lingkungan. Konsumsi produk yang menghasilkan sampah baik organik maupun anorganik terus meningkat dari tahun ke tahun. Sampah anorganik seperti plastik, menjadi perhatian khusus karena memerlukan waktu lama untuk terurai dan dapat menyebabkan polusi tanah. Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah sampah terbesar di dunia, namun hanya sekitar 8-10% yang berhasil didaur ulang. Sampah dan limbah di Indonesia masih menjadi permasalahan nasional yang mendesak untuk segera di selesaikan.

Permasalahan pengelolaan sampah di Indonesia dihadapi oleh beberapa kendala. Salah satunya adalah perilaku masyarakat yang kurang peduli terhadap sampah dan lingkungan. Pemilahan sampah yang bisa didaur ulang dan yang tidak masih menjadi tantangan tersendiri untuk pemerintah. Penggunaan teknologi yang dapat mendeteksi sampah juga sangat terbatas, kondisi ini mengakibatkan kesulitan dalam mengelola sampah yang tidak terkendali dan kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pencemaran lingkungan akibat sampah yang sulit terurai.

Salah satu solusi yang ditawarkan adalah memanfaatkan teknologi *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis sampah. Metode *convolutional neural network* telah terbukti efektif dalam pengenalan gambar dan mempelajari pola dan karakteristik melalui lapisan-lapisan tiruan. Dalam pengelolaan sampah, *convolutional neural network* dapat digunakan untuk mendeteksi dan membedakan jenis sampah yang dapat didaur ulang. Selain itu penggunaan teknologi berbasis web juga dapat memudahkan akses masyarakat tanpa harus mengunduh aplikasi. Dalam perancangan ini peneliti menggunakan *ml5.js* sebagai *library machine learning javascript* agar mempermudah pengembangan sistem berbasis web.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem aplikasi pendeteksi sampah daur ulang menggunakan metode *convolutional neural network*. Diharapkan sistem ini dapat membantu pengelolaan sampah, meningkatkan efisiensi proses daur ulang, dan memudahkan masyarakat dalam memilah sampah. Selain manfaat terkait pengelolaan sampah, penulis juga ingin memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi. Penggunaan metode *convolutional neural network* dan *ml5.js* ini dapat menjadi contoh dalam pengembangan teknologi *machine learning* lainnya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi yang bermanfaat bagi masyarakat dan menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya dalam mengatasi masalah pengelolaan sampah yang lebih kompleks dan mengurangi dampak lingkungan akibat polusi sampah.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Analisis dan Kebutuhan

Sistem usulan dirancang untuk memberikan kemudahan kepada pengguna dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan sampah daur ulang. Dengan menggunakan kamera dan pengguna dapat memperoleh informasi tentang jenis sampah yang terdeteksi. Dengan demikian, pengguna dapat dengan mudah dan cepat mengidentifikasi jenis sampah daur ulang, sehingga sistem ini dapat berkontribusi dalam memilah sampah untuk daur ulang yang lebih efektif dan berkelanjutan.

2.2 Pengelolaan Sampah

Proses penguraian timbunan sampah di TPAS terjadi secara alami yang memerlukan jangka waktu yang cukup lama dan diperlukan penanganan dengan biaya besar. Pengelolaan sampah di zaman ini seharusnya dilakukan dengan melakukan kegiatan pengurangan dan penanganan sampah. Pengurangan sampah meliputi kegiatan pembatasan, penggunaan kembali, dan pendauran ulang. Kegiatan penanganan sampah meliputi pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan pemrosesan. (Reichenbach et al., 2019).

2.3 Draw.io

Kemampuan *draw.io* untuk mengintegrasikan diagram ke dalam dokumen teknis. *Draw.io* memiliki banyak fitur dan kemampuan yang membuatnya sangat berguna untuk pengguna dalam berbagai bidang. Pengguna dapat dengan mudah membuat diagram visual untuk dokumentasi, persentasi, atau kolaborasi. Salah satu keunggulan utama dari *draw.io* adalah kustomisasi yang sangat baik. Pengguna dapat mengubah warna, ukuran, bentuk, dan jenis font, serta menambahkan ikon dan gambar lainnya ke dalam diagram mereka. (Barnes, s 2021)

2.4 ML5.js

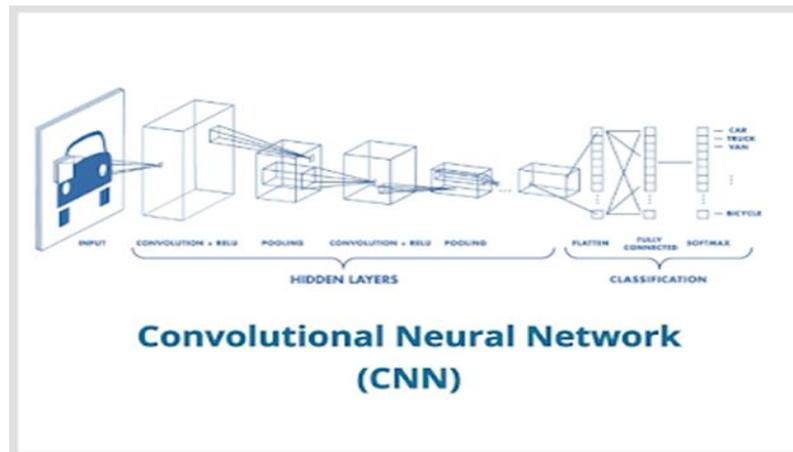
Pada Perancangan skripsi ini menggunakan library *ml5.js* yang berguna untuk memudahkan pengembangan aplikasi *machine learning* di web. *ML5.js* dapat membantu dalam mengimplementasikan algoritma *machine learning* seperti *convolutional neural network* (CNN) untuk melatih model deteksi sampah. Dengan bantuan *ml5.js* kita dapat memanfaatkan model *machine learning* yang sudah siap pakai dan mudah digunakan dalam pengembangan aplikasi. Dengan menggunakan *ml5.js* kita dapat mengembangkan aplikasi *machine learning* tanpa harus menulis kode dari awal dan membuat proses pengembangan menjadi lebih cepat dan efisien. Dalam pengembangan aplikasi *machine learning*, *ml5.js* dapat membantu mempermudah proses pengembangan aplikasi dan mempersingkat waktu pengembangan. Selain itu penggunaan *ml5.js* dapat membantu meningkatkan akurasi dari model *machine learning* yang digunakan dalam aplikasi.

2.5 Javascript

Pada perancangan aplikasi ini menggunakan bahasa pemrograman javascript untuk mengatur logika deteksi objek menggunakan model yang sudah dilatih sebelumnya. Seperti, mengambil gambar, melakukan klasifikasi objek, dan menampilkan label dan tingkat kemiripan.

2.6 Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) adalah jenis algoritma deep learning yang sangat populer dalam pengolahan citra dan pengenalan objek. CNN telah digunakan dalam berbagai aplikasi seperti klasifikasi citra, deteksi objek, dan segmentasi citra. *Convolutional Neural Network* adalah salah satu jenis neural network yang digunakan pada data citra. CNN merupakan pengembangan dari *multi layer perceptron* (MLP) dan merupakan salah satu algoritma dari *deep learning* (Permana et al.,2022).

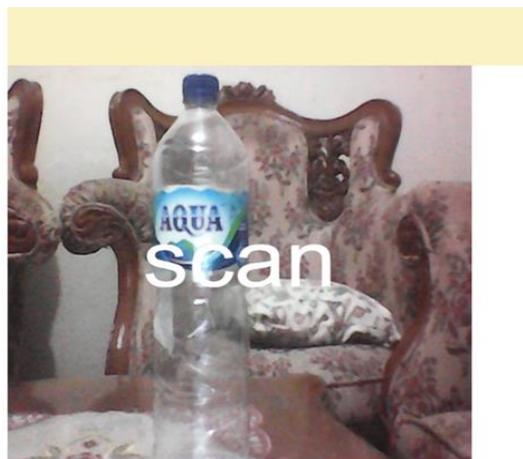


Gambar 1. Cara Kerja *Convolutional Neural Network*

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Pada tahap ini, data gambar yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian sistem pengenalan gambar berasal dari video yang diambil menggunakan *webcam*. Video tersebut kemudian diolah menjadi gambar dengan ukuran 64x64 piksel. Data gambar tersebut dijadikan sebagai input untuk melatih model pengenalan gambar menggunakan pustaka *ml5.js*. Model dilatih dengan menggunakan metode *deep learning*, di mana *neural network* akan belajar untuk mengenali pola-pola yang ada dalam gambar dan menghubungkannya dengan label kategori yang telah ditentukan.



Gambar 2. Contoh Sampel Sampah

Keretangan pada Gambar 2 sample sampah yang akan dilakukan label untuk digunakan untuk pelatihan pengujian.

3.2 Memuat Dataset

Pada tahap ini dilakukan tahap label kepada setiap contoh data yang ditambahkan ke dataset. Setiap data yang ditambahkan akan diberi label yang sesuai dengan objek yang diamati dalam video. Sebagai contoh penulis menggunakan botol dan gelas sebagai nama label. Pemberian label sangat penting dalam klasifikasi gambar. Saat melatih model menggunakan dataset yang telah diberi label, model akan belajar untuk mengenali pola dan karakteristik dari setiap label atau kategori yang ada dan model akan dapat mempelajari perbedaan antara objek yang berbeda dan mengidentifikasi dengan objek yang sesuai.

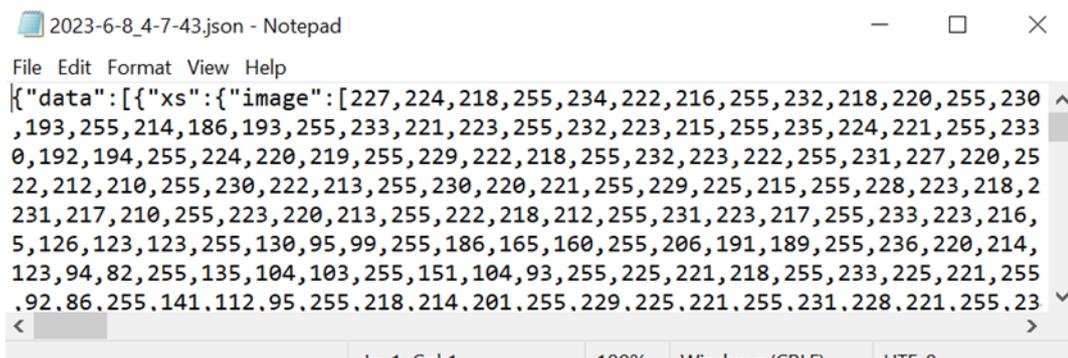
```
    } else if (key == "s") {  
        pixelBrain.saveData();  
    } else if (key == "p") {  
        addExample("plastik");  
    } else if (key == "b") {  
        addExample("botol");  
    } else if (key == "g") {  
        addExample("gelas");  
    }  
}
```

Gambar 3. Code Untuk Proses Pelabelan

Keterangan pada Gambar 3 dijabarkan *source code* untuk menambahkan data baru ke dalam dataset dengan memberikan label yang sesuai. Contoh tombol “b” berfungsi untuk memberi label kepada gambar botol begitu juga tombol “g” digunakan untuk memberi label kepada gambar gelas.

3.3 Memuat Model

Pada tahap ini akan didapatkan hasil dari input dataset yang didapatkan dari ml5.js yang sudah dilatih dan sudah di normalizекan datanya dalam bentuk file “model.json” dan berisi nilai piksel antara 0-255. File tersebut juga berfungsi untuk menyimpan informasi dan parameter yang dilatih di ml5.js seperti bobot dan bias gambar yang telah disesuaikan selama proses pelatihan di ml5.js.



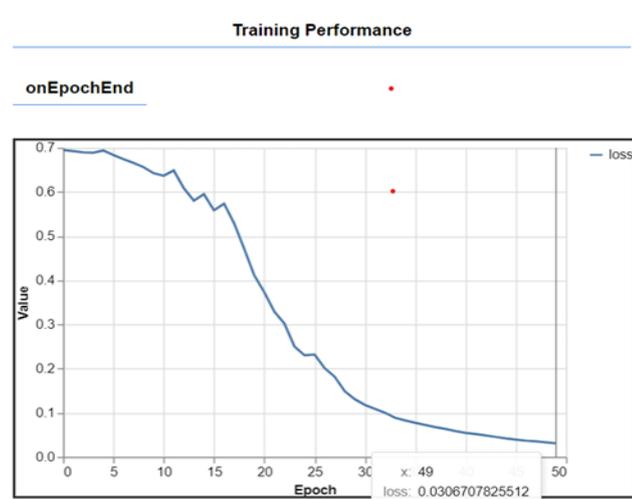
Gambar 4. Nilai Pixel Dalam File Json.

Keterangan pada Gambar 4 dapat dilihat nilai pixel yang didapat dari proses pelatihan. Dengan rentan nilai 0 sampai 255 yang merujuk 0 sebagai kegelapan total (piksel hitam) dan 255 sebagai kecerahan maksimal (piksel putih).

3.4 Pelatihan Data

Pada tahap ini dilakukan pelatihan data yang sudah dilatih dan di normalisasikan datanya oleh ml5.js dengan tujuan untuk melihat tingkat *loss* atau kegagalan dalam sistem saat mendeteksi gambar. Digunakan lah nilai 50 *epoch* sebagai standar pelatihan. Pada tahap ini *epoch* digunakan

untuk mengontrol berapa kali dataset akan dilatih dengan cara meningkatkan kualitas dan performa prediksinya, jumlah *epoch* yang dipilih adalah salah satu parameter yang harus ditentukan dalam proses pelatihan dataset. Pada awal pelatihan nilai *loss* akan menjadi tinggi dikarenakan nilai awal yang belum optimal. Namun, setelah beberapa *epoch* dataset dilatih dataset akan secara bertahap menyesuaikan dan meminimalkan kesalahan dan meningkatkan kinerja pada dataset pelatihan. Dalam pemilihan jumlah *epoch* harus dilakukan melalui eksperimen dan evaluasi.



Gambar 5. Pelatihan Dataset.

Pada Gambar 5 saat dataset dilatih dengan nilai *epoch* 0-50 terdapat nilai *loss* yang tinggi disaat dataset dilatih mulai dari *epoch* 0-15. Namun, setelah 20x *epoch* dataset dilatih dataset berhasil menyesuaikan dan meminimalkan kesalahan dan meningkatkan kinerja pada dataset pelatihan dan mendapatkan nilai *loss* yang rendah pada *epoch* ke 49 dengan tingkat *loss* hanya 0,03.

3.5 Pengujian

Pengujian diperlukan untuk mengetahui apakah sistem sesuai spesifikasi dan berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan. Pengujian juga bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat bug serta tidak kesempurnaan program.

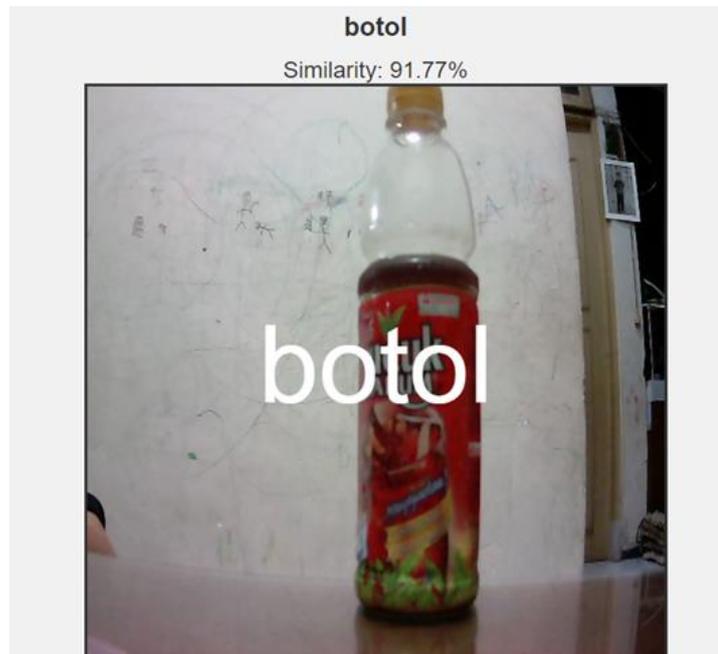
3.5.1 Pengujian *Black Box*

Tabel 1. Pengujian *Black Box*

| No | Fungsional | Hasil yang diharapkan | Hasil Pengujian |
|----|---|--|---|
| 1. | Menekan Tombol Start. | Mengarahkan ke halaman utama. | <i>Valid</i> berhasil masuk kehalaman utama. |
| 2. | Menampilkan izin akses kamera. | Muncul <i>pop up</i> notifikasi akses kamera. | <i>Valid</i> berhasil menampilkan <i>pop up</i> . |
| 3. | Menampilkan Kamera. | Menampilkan kamera untuk mendeteksi sampah. | <i>Valid</i> berhasil menampilkan kamera. |
| 4. | Mengarahkan kamera ke sampah yang sudah di latih. | Dapat menampilkan hasil berupa teks dan <i>similitary</i> dari sampah yang di latih. | <i>Valid</i> sistem berhasil menampilkan teks dan <i>similitary</i> . |

3.5.2 Pengujian Sistem

Pada tahap ini model yang sudah dilatih akan diuji menggunakan dataset yang telah dipersiapkan sebelumnya. Pada pengujian dataset diberikan sebagai input ke model, dan kemudian model akan menghasilkan prediksi berdasarkan dataset yang telah dipelajari selama proses pelatihan.



Gambar 6. Pendeteksian Sampel

Pada Gambar 6 terlihat hasil pengujian sistem sampel dataset yang telah dilatih sebelumnya. Sistem berhasil mendeteksi sampel botol dengan tingkat kemiripan yang tinggi, yaitu sebesar 91,77%. Hal ini menandakan bahwa sistem mampu mengenali dan mengklasifikasikan objek dengan akurasi yang cukup tinggi dan menandakan bahwa sistem dapat mengenali karakteristik dan pola yang berasal dari dataset pelatihan sehingga mampu mendeteksi sampel botol.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem aplikasi pendeteksi sampah daur ulang dengan metode *Convolutional Neural Network* berbasis web yang telah dirancang dan dikembangkan dapat mengenali sampah dengan akurasi yang cukup baik.
2. Penggunaan teknologi *Convolutional Neural Network* dalam sistem aplikasi pendeteksi sampah daur ulang mampu membantu untuk menangani pengelolaan sampah.

REFERENCES

- Permana, R., Saldu, H., & Maulana, D. I. (2022). Optimasi Image Classification Pada Jenis Sampah Dengan Data Augmentation Dan Convolutional Neural Network. *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika (Simika)*, 5(2), 111–120. <https://doi.org/10.47080/simika.v5i2.1913>
- Reichenbach, A., Bringmann, A., Reader, E. E., Pournaras, C. J., Rungger-Brändle, E., Riva, C. E., Hardarson, S. H., Stefansson, E., Yard, W. N., Newman, E. A., & Holmes, D. (2019). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Progress in Retinal and Eye Research*, 561(3), S2–S3.
- Barnes, S. (2021). Integrating Draw.io Diagrams into Your Technical Documentation. Diakses dari https://idratherbewriting.com/learnapidoc/docapis_draw_io_diagrams.html