BAB I

PENDAHULUAN

* 1. Latar Belakang

Pada industri makanan, kemasan makanan yang rusak dapat menyebabkan kerugian besar bagi perusahaan. Kemasan yang rusak dapat mengurangi masa simpan produk, menyebabkan kerusakan pada produk dan membahayakan kesehatan konsumen. Kemasan makanan yang rusak dapat terjadi karena beberapa faktor seperti kesalahan dalam proses produksi, pengemasan yang buruk, atau pengiriman yang kurang hati-hati. Namun, dengan semakin meningkatnya permintaan produk makanan di pasar, terkadang sulit untuk mengecek setiap kemasan secara manual. Oleh karena itu, deteksi dini dan cepat terhadap kemasan makanan yang rusak sangat penting.

*Convolutional Neural Network* (CNN) adalah salah satu jenis Deep Learning yang khusus dirancang untuk memproses data gambar. Teknologi Deep Learning dengan menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) telah terbukti efektif dalam memecahkan masalah klasifikasi gambar dan pengenalan objek. Penggunaan teknologi ini dapat diterapkan untuk mendeteksi kemasan makanan yang rusak dengan akurasi yang tinggi. Dengan kemampuannya untuk "mempelajari" fitur-fitur dari gambar secara otomatis, Dalam proyek skripsi ini, CNN akan digunakan untuk mendeteksi kemasan makanan yang rusak.

*TensorFlow* adalah sebuah platform Deep Learning yang dikembangkan oleh Google. TensorFlow menyediakan berbagai fitur dan alat yang memungkinkan pengguna untuk membangun dan melatih model *Deep Learning* dengan lebih mudah dan efisien. Selain itu, *TensorFlow* juga dapat berjalan pada berbagai platform seperti desktop, mobile, dan *cloud. TensorFlow* adalah salah satu platform Deep Learning yang paling populer saat ini. Dalam proyek skripsi ini, akan digunakan *TensorFlow* untuk membangun model CNN yang akan dilatih dengan menggunakan data gambar kemasan makanan. Dengan memanfaatkan kekuatan komputasi *GPU* dan teknologi paralel dari *TensorFlow*, model CNN dapat dilatih dengan waktu yang lebih cepat dan menghasilkan akurasi yang lebih baik.

Dalam proyek skripsi ini, akan dibangun sebuah sistem deteksi kemasan makanan yang rusak menggunakan teknologi *Deep Learning* dengan menggunakan *TensorFlow* dan CNN. Data gambar kemasan makanan yang rusak dan tidak rusak akan digunakan untuk melatih model dan melakukan evaluasi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu industri makanan dalam meningkatkan kualitas produk dan mengurangi kerugian akibat kemasan makanan yang rusak.

* 1. Rumusan Masalah
     1. Bagaimana mempersiapkan dan memproses data citra kemasan makanan yang rusak agar dapat digunakan dalam pelatihan model CNN?
     2. Bagaimana melakukan pelatihan model CNN menggunakan *TensorFlow* untuk mendeteksi kemasan makanan yang rusak dengan tingkat akurasi yang tinggi?
     3. Bagaimana melakukan evaluasi dan validasi terhadap model CNN yang telah dilatih untuk mendeteksi kemasan makanan yang rusak?
     4. Bagaimana mengimplementasikan model CNN yang telah dilatih ke dalam sistem pendeteksi kemasan makanan yang rusak secara real-time?
  2. Tujuan Penelitian
     1. Mengetahui persiapan dan proses data citra kemasan makanan yang rusak agar dapat digunakan dalam pelatihan model CNN.
     2. Mengetahui pelatihan model CNN mengunakan TensorFlow untuk mendeteksi kemasan makanan yang rusak dengan tingkat akurasi tinggi.
     3. Mengetahui evaluasi dan validasi terhadap model CNN yang telah dilatih untuk mendeteksi kemasan makanan yang rusak.
     4. Mengetahui hasil implementasi model CNN yang telah dilatih ke dalam system pendeteksi kemasan makanan yang rusak secara real-time.
  3. Manfaat
     1. Meningkatkan keamanan pangan: Dengan menggunakan teknologi deep learning dan CNN untuk mendeteksi kemasan makanan yang rusak, dapat membantu mengurangi risiko konsumsi makanan yang tidak sehat atau berbahaya bagi kesehatan manusia.
     2. Inovasi teknologi: Penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi pendeteksian kemasan makanan yang rusak dan mendorong inovasi teknologi di bidang pengolahan makanan.
     3. Kontribusi ilmiah: Skripsi ini dapat memberikan kontribusi pada ilmu komputer dan pengolahan citra dalam penggunaan teknologi deep learning dan CNN untuk deteksi kemasan makanan yang rusak.

**BAB 2**

**TINJAUAN PUSTAKA**

1. **Landasan Teori**

*Deep Learning* adalah salah satu cabang dari machine learning yang menggunakan jaringan saraf tiruan *(artificial neural network)* dengan banyak layer atau lapisan *(deep)* untuk melakukan tugas-tugas yang kompleks seperti pengenalan gambar, pemrosesan bahasa alami, dan prediksi.

TensorFlow merupakan salah satu perangkat lunak *(software library)* open-source yang dikembangkan oleh *Google Brain Team* untuk membangun dan melatih model deep learning. *TensorFlow* memiliki arsitektur yang fleksibel dan memungkinkan pengguna untuk membuat dan melatih model deep learning dengan berbagai jenis arsitektur dan data yang berbeda.

*Convolutional Neural Network* (CNN) adalah salah satu jenis jaringan saraf tiruan *(artificial neural network)* yang khusus digunakan untuk memproses data gambar dan video. CNN terdiri dari beberapa lapisan (layer) yang masing-masing memiliki peran dan fungsi yang berbeda dalam proses pengenalan pola dan fitur pada data gambar.

Beberapa konsep penting dalam CNN adalah sebagai berikut:

1. *Convolutional Layer*

*Convolutional Layer* merupakan lapisan pertama pada CNN, yang bertugas untuk melakukan operasi konvolusi pada data gambar. Operasi konvolusi dilakukan dengan menggunakan filter atau kernel yang akan digeser pada seluruh area gambar. Setiap area yang dilalui oleh filter akan menghasilkan nilai konvolusi yang kemudian akan dijadikan fitur pada lapisan berikutnya.

1. *Pooling Layer*

*Pooling Layer* bertugas untuk mengurangi dimensi pada data gambar dengan melakukan operasi pooling, seperti max pooling atau average pooling. Operasi ini dilakukan dengan memilih nilai terbesar atau rata-rata pada area tertentu dari data gambar. Tujuannya adalah untuk mengurangi jumlah parameter pada model dan mempercepat proses training.

1. *Fully-Connected Layer*

*Fully-Connected Layer* adalah lapisan terakhir pada CNN yang bertugas untuk menghubungkan fitur-fitur yang sudah dihasilkan oleh lapisan sebelumnya ke dalam kelas-kelas atau label-label yang sesuai dengan data gambar yang diberikan. Lapisan ini menggunakan algoritma seperti *softmax* atau *sigmoid* untuk menghasilkan probabilitas pada setiap kelas.

1. *Activation Function*

Activation Function adalah fungsi matematika yang digunakan untuk menambahkan non-linearitas pada model CNN. Fungsi ini diterapkan pada setiap neuron pada lapisan CNN, sehingga memungkinkan model untuk mempelajari hubungan non-linear antara fitur-fitur pada data gambar.

1. *Loss Function*

*Loss Function* adalah fungsi matematika yang digunakan untuk menghitung kesalahan (*error*) antara hasil prediksi dan label sebenarnya pada data gambar. *Loss Function* ini akan menjadi acuan bagi model untuk mengoptimalkan parameter pada setiap lapisan, sehingga dapat memperbaiki performa model pada setiap iterasi training.

1. **Penelitian Relevan**

Untuk Mendukung Penelitian ini, Penulis merujuk pada berbagai penelitian yang ada keterkaitan dengan penelitian yang akan diambil baik secara langsung maupun tidak langsung, penelitian tersebut antara lain :

Penelitian yang berjudul “Deteksi Tepi Canny dan RMSE untuk Identifikasi Kerusakan pada Kemasan Minuman” oleh Budi Sugandi dan Yuniatmi Syamsudin pada tahun 2022, pada penelitian ini menggunakan metode *Convolutional Neural Network* untuk melakukan segmentasi citra, dalam penelitian tersebut menggunakan software visual basic. Penelitian ini telah menghasilkan suatu sistem yang dapat mendeteksi kerusakan kaleng dengan Nilai RMSE untuk kategori OK >70 sedangkan untuk kategori reject atau NG <70. Penelitian lain yang berjudul *“A YOLO-based Real-time Packaging Defect Detection System”* oleh Thi-Thu-Huyen Vua, Dinh-Lam Phamb, Tai-Woo Changa pada tahun 2023 menggunakan metode *Deep Learning* untuk melakukan segmentasi citra dalam mengolah data, dalam penelitian ini peneliti menggunakan python dalam pengembangan aplikasi. Dari data 40 kemasan yang diuji menghasilkan Precision: 81.8%, Accuracy: 82.5%, and mAP: 78.6%. Penelitian terkait berjudul “Penerapan *Convolutional Neural Network* *Deep Learning* dalam Pendeteksian Citra Biji Jagung Kering” oleh Arum Tiara Sari, Emy Haryatmi pada tahun 2021 menggunakan metode *Deep Learning* dengan model CNN dan Nilai akurasi yang didapatkan dari training data sebesar 94% dari 80 data dan nilai akurasi dari testing data sebesar 90% dari 20 data. Berikut Tabel lengkapnya

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya

| **No** | **Peneliti** | **Topik** | **Metode** | **Hasil** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | Budi Sugandi dan Yuniatmi Syamsudin | Deteksi Tepi Canny dan RMSE untuk Identifikasi Kerusakan pada Kemasan Minuman | CNN | Penelitian ini telah menghasilkan suatu sistem yang dapat mendeteksi kerusakan kaleng dengan Nilai RMSE untuk kategori OK >70 sedangkan untuk kategori reject atau NG <70. |
|  | Thi-Thu-Huyen Vua, Dinh-Lam Phamb, Tai-Woo Changa | *A YOLO-based Real-time Packaging Defect Detection System* | YOLO-based system | Dari data 40 kemasan yang diuji menghasilkan Precision: 81.8%, Accuracy: 82.5%, and mAP: 78.6% |
|  | Arum Tiara Sari, Emy Haryatmi | Penerapan *Convolutional Neural Network* *Deep Learning* dalam Pendeteksian Citra Biji Jagung Kering | CNN | Nilai akurasi yang didapatkan dari training data sebesar 94% dari 80 data dan nilai akurasi dari testing data sebesar 90% dari 20 data |
| 4. | Rindi Kusumawardani, Putu Dana Karningsih | Deteksi dan Klasifikasi Cacat Kemasan Kaleng Menggunakan *Convolutional Neural Network* | CNN | Hasil untuk eksperimen ini model jaringan yang paling ideal yaitu *ResNet50* dengan nilai akurasi 95,56%, sensitivitas 95,56%, dan precision 95,82% |
| 5 | Nugroho, D.A., Bambang, E. Dhananjoyo, D.R. | Deteksi Botol Air Mineral Menggunakan Metode *Mask R-CNN* | *Mask R-CNN* | Model ini diuji coba pada 30 gambar uji dan mampu mencapai akurasi deteksi sebesar 95,89% dan akurasi klasifikasi sebesar 97,89%. |
| 6. | Y. Suryani, T. P. Sari, dan Y. P. Astuti | Deteksi dan Klasifikasi Kemasan Rokok Berdasarkan Merek Menggunakan *Convolutional Neural Network* | CNN | Model ini diuji coba pada 100 gambar uji dan mampu mencapai akurasi deteksi sebesar 95% dan akurasi klasifikasi sebesar 87,5%. |
| 7. | H. Setyono, D. F. Fadilah, dan R. D. Ardiansyah | Deteksi dan Klasifikasi Jenis Buah dengan *Convolutional Neural Network* | CNN | Model ini diuji coba pada 400 gambar uji dan mampu mencapai akurasi deteksi sebesar 92,25% dan akurasi klasifikasi sebesar 90,5%. |
| 8. | Adi, R. A. F., & Nopriansyah, R. A. (2021) | Pengolahan Citra untuk Deteksi Dini Penyakit Jeruk Menggunakan *Convolutional Neural Network* | CNN | Diperoleh akurasi sebesar 98,5% untuk klasifikasi citra daun jeruk sehat dan sakit |
| 9. | Putra, R. P. S., dan Wahyudi, S. | Klasifikasi Jerawat pada Wajah Menggunakan *Convolutional Neural Network* | CNN | Hasil pengujian menunjukkan bahwa model CNN yang digunakan memiliki akurasi sebesar 92,76% pada data training dan 85,53% pada data testing. |
| 10. | Purnomo, I. H., dan Kurniawan, R. F. | Deteksi dan Klasifikasi Penyakit Tanaman Cabai Merah Menggunakan *Convolutional Neural Network* | CNN | Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model CNN yang dikembangkan berhasil mengklasifikasikan jenis-jenis penyakit pada tanaman cabai merah dengan akurasi mencapai 92,04%. |

1. **Kerangka Berpikir**

Pendeteksian kemasan rusak menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *TensorFlow* adalah salah satu aplikasi dari teknologi Deep Learning dan machine learning. Dalam proses ini, CNN digunakan untuk memproses data citra dan mengenali pola kemasan yang baik dan rusak. *TensorFlow*, di sisi lain, adalah framework open source yang dapat digunakan untuk membangun model neural network, termasuk CNN.

Berikut adalah tahapan umum yang dilakukan dalam pendeteksian kemasan rusak menggunakan CNN dan *TensorFlow*:

Pengumpulan data: Data gambar kemasan yang baik dan rusak dikumpulkan dan disiapkan untuk digunakan dalam pelatihan model.

Pra-pemrosesan data: Data gambar tersebut kemudian diubah menjadi bentuk array dengan ukuran yang sama agar dapat diolah oleh CNN. Langkah ini mencakup normalisasi data, cropping, *resizing*, dan pengubahan warna agar semua gambar memiliki ukuran dan format yang sama.

Pembagian data: Data gambar akan dibagi menjadi dua kelompok yaitu data latih (training data) dan data uji (testing data).

Pembuatan model CNN: Model CNN akan dibuat dengan membangun lapisan konvolusi, lapisan *max pooling*, dan lapisan *fully connected*. Proses pembuatan model dapat dilakukan dengan menggunakan *TensorFlow*, yang menyediakan berbagai jenis lapisan dan fungsi aktivasi yang dapat digunakan dalam membangun model.

Pelatihan model: Model CNN akan dilatih menggunakan data latih yang sudah dibagi sebelumnya. Langkah ini bertujuan untuk menentukan parameter yang optimal agar model dapat melakukan klasifikasi dengan akurasi tinggi. Proses pelatihan model dilakukan dengan menggunakan algoritma *backpropagation* untuk menghitung gradien loss function dan menyesuaikan bobot model.

Validasi model: Setelah model dilatih, model akan diuji menggunakan data uji untuk mengukur akurasi klasifikasi model.

Pengujian model: Setelah model diuji, model yang telah terlatih dapat digunakan untuk mendeteksi kemasan yang rusak pada gambar baru.

Dalam penggunaan CNN dan *TensorFlow* untuk mendeteksi kemasan yang rusak, CNN akan mengenali fitur-fitur visual dari kemasan yang kemudian dijadikan input ke lapisan selanjutnya. Lapisan konvolusi akan memperoleh fitur-fitur visual dari kemasan dan melakukan operasi konvolusi pada gambar. Lapisan *max pooling* berfungsi untuk mengurangi dimensi input dengan mempertahankan fitur-fitur penting. Sedangkan, lapisan *fully connected* digunakan untuk melakukan klasifikasi apakah kemasan tersebut baik atau rusak.

Penggunaan CNN dan *TensorFlow* dalam pendeteksian kemasan rusak dapat membantu dalam menghemat waktu dan tenaga manusia yang biasanya melakukannya secara manual. Dengan menggunakan teknologi *Deep Learning* seperti CNN dan framework *TensorFlow*, proses pendeteksian kemasan rusak dapat dilakukan secara otomatis dan dengan akurasi yang tinggi.