

Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network

Febian Fitra Maulana¹, Naim Rochmawati²,

¹ Jurusan Teknik Informatika/Teknik Informatika, Universitas Negeri Surabaya

² Jurusan Teknik Informatika/Teknik Informatika, Universitas Negeri Surabaya

Febianmaulana@unesa.ac.id

Naimrochmawati@unesa.ac.id

Abstrak— Deep Learning merupakan sebuah pengembangan dari teknologi Machine Learning yang menggunakan algoritma yang dibuat berdasarkan pada hukum matematik yang bekerja layaknya otak manusia. Salah satu pemanfaatan dari deep learning adalah dalam bidang image processing atau pengolahan citra digital. Image Processing dimanfaatkan untuk membantu manusia dalam mengenali dan/atau mengklasifikasi objek dengan cepat, tepat, dan dapat melakukan proses dengan banyak data secara bersamaan. Salah Satu algoritma dari Deep learning yang digunakan dalam image processing adalah Convolutional Neural Network (CNN). Algoritma CNN terdiri dari 3 layer utama yaitu Convolutional Layer, Pooling Layer, dan Fully Connected Layer. Pada penelitian ini menggunakan arsitektur CNN dengan perpaduan 3 Convolutional Neural Network dan 2 Fully Connected Layer. Pada tahap pembuatan system klasifikasi yang menggunakan deep learning terdapat beberapa tahapan proses utama yaitu pengumpulan data, perancangan system, training, dan testing. Dataset yang diolah adalah dataset citra buah-buahan yang berasal dari dataset Fruit-360. Kelas data yang digunakan yaitu sejumlah 15 kelas dari 111 kelas pada dataset fruit-360. Hasil dari proses learning didapatkan model CNN dengan akurasi 100% dan loss sebesar 0,012. Pada proses pengujian model CNN yang menggunakan 45 sampel citra buah didapatkan akurasi sebesar 91,42%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode CNN yang dirancang pada penelitian ini dapat mengklasifikasi citra dengan baik.

Kata Kunci— Deep Learning, Image Processing, Convolutional Neural Network, Fruit-360.

I. PENDAHULUAN

Artificial Intelligence (AI) merupakan suatu bidang keilmuan yang membuat komputer menirukan kebiasaan manusia. Dapat diartikan pula sebagai bagian dari ilmu komputer yang berfokus pada mesin dengan kemampuan kecerdasan yang dapat berinteraksi dan/atau bekerja seperti manusia. Manusia semakin berkembang berdasarkan pelajaran yang didapat dari apa yang dilaluinya. Begitu juga AI, AI juga dapat belajar seperti manusia dan semakin banyak yang dipelajari maka semakin baik pula kemampuan dari AI tersebut. Berbeda dengan manusia, AI dapat belajar dan menemukan pola dan mencatatnya dengan jauh lebih efisien dan cepat.

Proses dari pembelajaran pada AI disebut juga dengan *learning*. Pada cabang AI, terdapat sebuah proses pembelajaran yang spesifik atau rinci yang dikenal dengan istilah *Deep Learning*. *Deep Learning* merupakan proses pembelajaran yang menggunakan algoritma yang mengacu pada hukum matematik yang bekerja seperti otak pada

manusia. *Deep Learning* dimanfaatkan untuk berbagai macam pekerjaan seperti memprediksi peluang atau kejadian, mengenali objek, hingga mendiagnosa penyakit.

Salah satu pemanfaatan dari *Deep Learning* adalah bidang *image processing* atau pengolahan citra digital. Dengan adanya sistem *image processing* dimaksudkan untuk membantu manusia dalam mengenali atau mengklasifikasi objek dengan efisien yaitu cepat, tepat, dan dapat melakukan proses dengan banyak data sekaligus.

Pada bidang *image processing* terdapat beberapa algoritma yang dapat digunakan. Di antaranya adalah *Naïve Bayes*, *Support Vector Macine*, dan *Neural Network*. Salah satu algoritma yang sering digunakan adalah *Neural Network*. *Neural Network* dikembangkan berdasarkan cara kerja jaringan saraf pada otak manusia. Sejalan dengan perkembangan teknologi, maka, dikembangkan pula algoritma pengolahan citra digital. Salah satu pengembangan dari deep learning adalah *Convolutional Neural Network*. Pada tahun 1989, Yan LeCun, dkk mengembangkan model *Neural Network* dengan melakukan klasifikasi citra kode zip menggunakan kasus khusus dari *Feed Forward Neural Network* yang kemudian diberi nama *Convolutional Neural Network* (CNN). Metode *Convolutional Neural Network* memiliki hasil yang paling signifikan dalam pengenalan citra digital. Hal tersebut dikarenakan CNN diimplementasikan berdasarkan sistem pengenalan citra pada *visual cortex* manusia.

Karena termasuk kedalam *Deep Learning*, CNN memerlukan pelatihan model yang cukup lama dan bergantung pada perangkat yang digunakan. CNN memiliki beberapa arsitektur umum yang sering digunakan seperti LeNet 5, AlexNet, VGGNet, GooLeNet, ResNet. Masing masing arsitektur mempunyai kelebihan dan kekurangan masing masing. Penggunaan arsitektur yang digunakan pada CNN sangat mempengaruhi hasil dari klasifikasi.

Oleh Karena itu, penelitian ini bermaksud mengembangkan arsitektur CNN yang menggunakan objek citra buah buahan sebagai data uji. Arsitektur CNN yang dikembangkan dalam penelitian ini diharapkan mampu mengklasifikasi citra buah dan menghasilkan akurasi yang terbaik. Dengan proses pengolahan citra digital dengan CNN, diharapkan dapat membantu para peneliti di bidang perkebunan dan pertanian, botanist, dokter, maupun sebagai media pembelajaran.

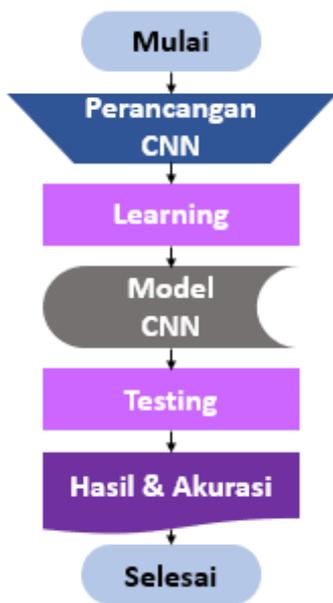
A. Dataset

Dataset yang digunakan pada penelitian ini merupakan dataset Fruit-360. Dataset Fruit-360 berisi citra buah-buahan dan sayur mayur. Dataset Fruit-360 diperoleh dari situs Kaggle. Dataset Fruit-360 yang digunakan dalam penelitian ini adalah Fruit-360 dengan versi 2019.06.29.0. Seluruh citra pada dataset Fruit-360 memiliki ukuran 100x100 piksel dengan total jumlah citra yaitu 75.937. Dataset Fruit-360 terdiri dari 111 kelas buah dan sayur dengan total data training sebesar 56.781 citra dan total data testing sebesar 56.781 citra.

B. Convolutional Neural Network

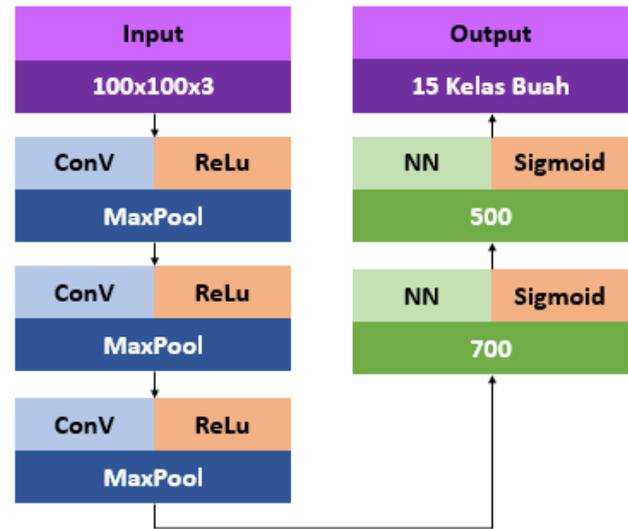
Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengklasifikasi citra buah-buahan. Berbeda dengan algoritma klasifikasi biasa, jika pada algoritma klasifikasi biasanya melakukan proses ekstraksi fitur dan klasifikasi secara terpisah maka model algoritma dari cabang bidang deep learning ini akan mengekstraksi fitur lalu mengklasifikasi citra dalam satu proses. Dengan kata lain, ekstraksi fitur pada algoritma CNN juga ikut me-learning.

Penelitian ini bermaksud untuk merancang model CNN yang dapat mengklasifikasi citra buah dengan akurasi yang baik. Terdapat beberapa tahapan dalam proses pembuatan sistem klasifikasi CNN seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gbr. 1 Alur Pembuatan Sistem Klasifikasi CNN

Proses pembuatan sistem klasifikasi CNN dimulai dari perancangan arsitektur CNN. Perancangan model CNN dilakukan menggunakan platform google colaboratory. Desain dari arsitektur CNN yang dibuat pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2.



Gbr. 2 Arsitektur CNN

Arsitektur CNN dalam penelitian ini memiliki 3 lapisan konvolusi (convolutional layer) yang menggunakan fungsi aktivasi ReLu dan dipadukan dengan Max Pooling layer. Pada tahap klasifikasi (Fully Connected Layer) digunakan algoritma ANN (Artificial Neural Network) yang memiliki 2 hidden layer. Hidden layer 1 memiliki 700 kernel dan hidden layer 2 memiliki 500 hidden layer. Fungsi aktivasi yang digunakan pada fully connected layer adalah Sigmoid.

Setelah CNN selesai dirancang, maka tahap selanjutnya adalah proses learning. Proses learning dilakukan agar CNN dapat mengenali objek citra buah berdasarkan indeks dari tiap kelas yang diinputkan. Proses learning dilakukan hingga ditemukan model CNN yang memenuhi target. Model yang memenuhi target tersebut akan disimpan dan akan digunakan pada proses testing.

Proses testing dilakukan untuk menguji performa dari model CNN yang telah dirancang untuk mengklasifikasi citra buah. Setelah dilakukan testing model CNN, Tahap selanjutnya adalah melakukan penghitungan akurasi untuk mengukur ketepatan CNN dalam mengklasifikasi citra buah-buahan.

C. Preprocessing

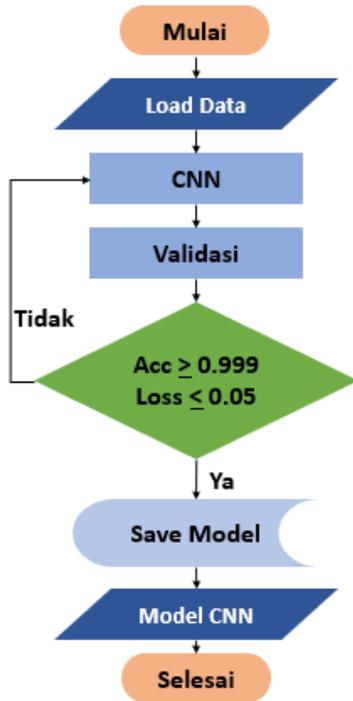
Proses preprocessing dimaksudkan untuk menyiapkan data mentah agar siap untuk diolah oleh sistem. Proses preprocessing pada penelitian ini yaitu memilih 15 dari 111 kelas citra buah. Setelah dipilih, dataset citra buah kemudian diunggah ke dalam google drive yang berfungsi sebagai media penyimpanan yang digunakan oleh google colaboratory.

D. Learning

Proses learning (pembelajaran) atau sering disebut juga dengan training (latih) dimaksudkan untuk melatih model CNN yang telah dirancang agar dapat memahami dan membedakan citra buah-buahan yang telah diberikan indeks sesuai dengan kelasnya. Jumlah data citra yang digunakan untuk proses learning adalah 3.375 citra yang terdiri dari 225

citra dari 15 kelas buah. Untuk data validasi menggunakan citra dari kelas testing yang berjumlah 225 citra dari 15 kelas citra buah-buahan.

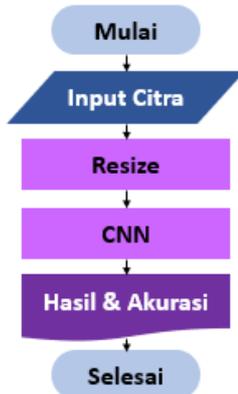
Proses learning dilakukan menggunakan 500 epoch. Dengan epoch sebanyak 500, akan diambil model CNN yang menghasilkan nilai indeks ketepatan (akurasi) pengklasifikasian citra buah yang tertinggi. Variabel yang digunakan sebagai target pada proses learning ini adalah akurasi ≥ 0.999 dan loss ≤ 0.05 . Dari proses learning ditunjukkan pada gambar 3.



Gbr. 3 Alur Proses Learning

E. Testing

Proses *testing* (pengujian) adalah proses terakhir dari keseluruhan sistem penelitian. Proses *testing* dilakukan untuk menguji ketepatan klasifikasi dengan menilai indeks yang dihasilkan oleh model CNN yang telah dilatih. Alur proses testing ditunjukkan pada gambar 4.



Gbr. 4 Alur Proses Testing

Alur proses testing dimulai dengan melakukan *resize* (mengubah ukuran) citra input menjadi 100x100 piksel. Setelah melalui proses *resize*, citra input kemudian diklasifikasi oleh CNN. Output dari proses klasifikasi CNN merupakan klasifikasi kelas buah dan probabilitas citra uji. Proses testing pada penelitian ini menggunakan data citra uji sebanyak 345 citra uji dengan rincian 23 citra dari setiap 15 kelas citra buah.

F. Proses Penghitungan Akurasi

Proses penghitungan akurasi merupakan proses akhir pada penelitian ini. Akurasi dalam penelitian ini merupakan variabel yang merepresentasikan kinerja yang digunakan untuk menilai tolok ukur keberhasilan model CNN untuk mengklasifikasi citra buah-buahan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung akurasi ditunjukkan pada persamaan (1).

$$Akurasi = \frac{jumlah\ data\ benar}{Jumlah\ data\ uji} \times 100\% \quad (1)$$

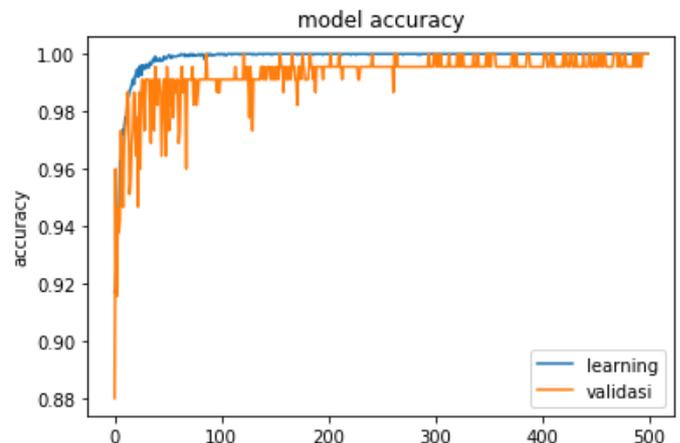
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Paragraf harus teratur. Semua paragraf harus rata, yaitu sama-sama rata kiri dan dan rata kanan.

A. Hasil Proses Learning

Proses learning model CNN dilakukan untuk mencari model CNN yang terbaik dan/atau sesuai dengan target yang diberikan.

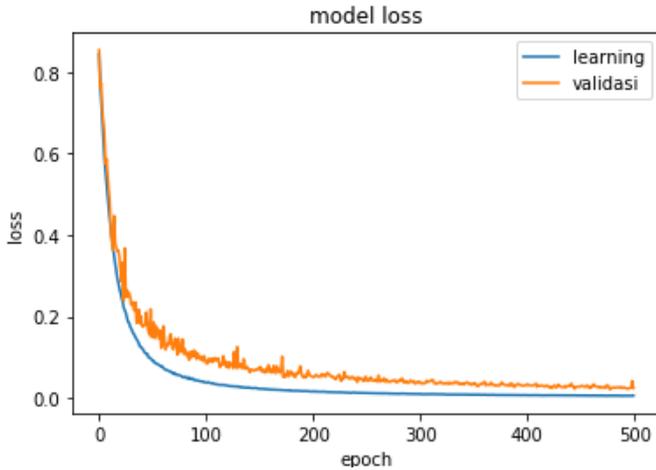
- 1) *Akurasi*: Akurasi pada tahap ini adalah probabilitas dari kelas buah yang dihasilkan dari *softmax* dimana *softmax* memiliki probabilitas output dari 0 hingga 1 dan jumlah keseluruhan probabilitas output adalah 1. Cuplikan dari Akurasi yang didapatkan oleh model CNN dalam proses *learning* yang telah dilakukan ditunjukkan pada gambar 5.



Gbr. 5 Grafik Akurasi Proses Learning

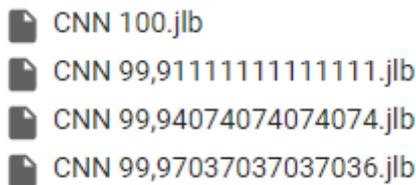
- 2) *Loss*: Loss adalah fungsi yang menggambarkan kerugian yang berkaitan dengan probabilitas yang dihasilkan oleh model CNN. *Loss function* yang

digunakan dalam penelitian ini adalah *categorical cross-entropy*. Salah satu syarat *categorical cross-entropy* dapat digunakan adalah pada proses klasifikasi menggunakan fungsi aktivasi *softmax*. *Categorical cross-entropy* digunakan saat hanya terdapat satu hasil yang benar. *Categorical cross-entropy* akan membandingkan distribusi dari probabilitas prediksi dengan distribusi dari kelas yang benar (target), dimana probabilitas dari kelas yang benar diset dengan 1 dan untuk kelas yang lain 0.



Gbr. 6 Grafik Loss Proses Learning

- 3) *Model CNN*: Model CNN yang memenuhi target selama proses learning ditunjukkan pada gambar 7.



Gbr. 7 Model CNN Hasil Learning

Proses learning menemukan 4 model yang memenuhi target yang diberikan. Model yang akan digunakan untuk proses learning adalah model yang memiliki akurasi tertinggi yaitu model CNN 100.jlb yang mempunyai akurasi 100% dan loss sebesar 0.012.

B. Hasil Proses Testing

Proses testing pada penelitian ini menggunakan 345 citra testing yang terdiri dari 23 citra dari 15 kelas citra buah-buahan. Proses testing dilakukan untuk menguji performa dari model CNN yang telah diperoleh dari proses learning. Variabel yang akan dinilai pada proses testing adalah ‘salah’ dan ‘benar’ dari klasifikasi citra yang dihasilkan dari CNN. Nilai ‘benar’ dan ‘salah’ akan digunakan untuk menghitung akurasi dari model CNN. Hasil testing ditunjukkan pada tabel I.

TABEL I
HASIL TESTING

No.	Kelas Buah	Jumlah Data Uji	Salah	Benar
1.	Apple Red 1	23	5	18
2.	Avocado	23	0	23
3.	Banana	23	2	21
4.	Dates	23	0	23
5.	Grape Blue	23	0	23
6.	Grape White	23	0	23
7.	Kiwi	23	0	23
8.	Lemon	23	0	23
9.	Lychee	23	0	23
10.	Mango	23	0	23
11.	Orange	23	0	23
12.	Papaya	23	0	23
13.	Pear	23	0	23
14.	Strawberry	23	0	23
15.	Tomato 1	23	0	23
Total		345	7	338

Pengujian model CNN juga dilakukan menggunakan citra buah yang tidak termasuk dalam 15 kelas buah yang di-learning. Pengujian dilakukan menggunakan citra dari kelas buah Apple Golden 1. Hasil dari klasifikasi citra Apple Golden 1 menunjukkan bahwa citra tersebut terklasifikasi ke dalam kelas Pear. Klasifikasi tersebut dikarenakan bentuk, warna, dan tekstur dari Apple Golden 1 mirip dengan bentuk, warna, dan tekstur dari buah Pear.

Selain itu, pengujian lainnya dilakukan menggunakan citra buah yang tidak termasuk dalam dataset Fruit-360. Citra yang akan diuji adalah citra buah mangga yang diambil menggunakan kamera smartphone. Hasil klasifikasi dari citra mangga yang diambil menggunakan kamera smartphone menunjukkan bahwa citra tersebut terklasifikasi ke dalam kelas Mango dengan probabilitas sebesar 0.7319665.

C. Penghitungan Akurasi

Setelah melakukan testing, maka tahap selanjutnya adalah menghitung akurasi. Penghitungan akurasi dilakukan untuk menilai presentase keberhasilan model CNN dalam mengklasifikasi citra. Akurasi juga dapat menjadi tolok ukur dalam perbandingan maupun pengembangan model CNN yang dibuat pada masa yang akan datang. Proses penghitungan akurasi menggunakan persamaan (1).

$$Akurasi = \frac{338}{345} \times 100\% = 97,97\%$$

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu model CNN yang menggunakan perpaduan 3 convolutional layer dan 2 hidden layer mampu mengklasifikasi citra buah-buahan dengan akurasi yang baik. Akurasi yang didapatkan dari proses testing yang menggunakan 345 citra uji menunjukkan angka 97,97%. Model CNN yang dibuat pada penelitian ini juga dapat mengklasifikasi citra buah yang

diambil menggunakan kamera smartphone. Model CNN akan mengklasifikasikan citra buah yang tidak dikenalnya ke dalam kelas buah yang dianggap paling mirip diantara kelas buah yang telah di-learning.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diucapkan kepada Allah SWT tuhan semesta alam yang senantiasa memberikan pertolongan untuk mengerjakan penelitian ini. Ucapan terimakasih juga dipersembahkan kepada seluruh pihak yang mendukung dan membantu pengerjaan penelitian ini sehingga dapat berjalan dan rampung dengan lancar.

REFERENSI

- [1] Bai, C. et al., 2018. Optimization of Deep Convolutional Neural Network for Large Scale Image Retrieval. *Neurocomputing*, Volume 303, pp. 60-67.
- [2] Guo, T., Dong, J., Li, H. & Gao, Y., 2017. Simple Convolutional Neural Network on Image Classification. Beijing, IEEE.
- [3] Khan, S., Rahmani, H., Shah, S. A. A. & Bennamoun, M., 2018. *A Guide to Convolutional Neural Networks for Computer Vision*. s.l.:Morgan & Claypool Publishers .
- [4] Mohamed, O., Khalid, E. A., Mohamed, O. & Brahim, A., 2019. Content-Based Image Retrieval Using Convolutional Neural Networks. pp. 463-476.
- [5] Naik, S., 2017. Machine Vision based Fruit Classification and Grading. *International Journal of Computer Application*, Volume 170.
- [6] Naik, S. & Patel, B., 2017. Machine Vision based Fruit Classification. *International Journal of Computer Application*, 170(9).
- [7] Tyagi, V., 2018. Content-Based Image Retrieval: Ideas, Influences, and Current Trends. London: Springer.