

Sistem Pengenalan Kondisi Cuaca Menggunakan Deep Learning dengan CNN

Sulthan Dzaky Alfaro - 13521159
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung
13521159@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Pada era saat ini, banyak sekali sistem untuk melakukan pengenalan sesuatu. Salah satu yang penting adalah sistem untuk mengenali cuaca. Hal ini sangat penting dalam berbagai bidang. Dalam makalah ini membahas penggunaan Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengenali kondisi cuaca. Metode ini akan memanfaatkan citra lingkungan yang nantinya akan digali informasi penting dengan menggunakan layer konvolusi dan menghasilkan model yang mampu mengenali kondisi cuaca. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan dataset dari website dengan jenis yang masih terbatas, serta dilakukan analisis terhadap arsitektur untuk mengevaluasi akurasi sistem.

Kata Kunci—CNN, Machine learning, Citra, Model, Cuaca

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini, perubahan iklim menjadikan perubahan pada pola cuaca dalam jangka panjang. Hal ini akan memiliki dampak yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, seperti transportasi, pertanian, dan perencanaan kegiatan sehari-hari. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat mengenali cuaca berbasis citra yang akurat. Teknologi pengenalan cuaca berbasis citra telah berkembang pesat seiring berjalannya waktu. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah dengan menggunakan Convolutional Neural Network (CNN), metode deep learning yang mampu menggali informasi penting pola visual dari sebuah citra.

CNN telah banyak digunakan dalam beberapa sistem. Metode ini menunjukkan performa yang luar biasa dalam beberapa aspek, baik dalam pengenalan objek, klasifikasi gambar, dan lain lain. Dalam konteks sistem pengenalan cuaca, CNN digunakan untuk menganalisis citra fenomena cuaca, seperti awan, hujan, air, kabut, sinar matahari, guna menghasilkan model yang dapat mengenali informasi penting. Teknologi ini memberikan hasil yang akurat dibandingkan metode konvensional.

Dalam makalah ini akan dibahas penerapan CNN dalam mengenali kondisi cuaca dengan fokus proses pelatihan model, evaluasi performa, dan analisis arsitektur yang digunakan. Dataset yang digunakan masih menggunakan data dengan jenis yang terbatas, namun diharapkan model yang dihasilkan dapat mengenali beberapa fenomena cuaca secara umum.

Dengan memanfaatkan CNN, diharapkan sistem pengenalan kondisi cuaca ini dapat memberikan solusi yang otomatis untuk berbagai kebutuhan. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai penggunaan teknologi CNN dalam pengklasifikasian sesuatu.



Gambar 1.1 Cuaca Berawan

<https://timesindonesia.co.id/peristiwa-nasional/468803/prakiraan-cuaca-bmkg-hari-ini-kotakota-besar-indonesia-kebanyakan-cerah-berawan>

II. LANDASAN TEORI

A. Cuaca

Cuaca merupakan kondisi sementara atmosfer, dimana lapisan udara ini kemudian mengelilingi planet bumi. Dalam KBBI, cuaca adalah keadaan udara (tentang suhu, cahaya matahari, kelembapan, kecepatan angin, dan sebagainya) pada satu tempat tertentu dengan jangka waktu terbatas. Cuaca dapat berlangsung dengan waktu yang singkat namun dapat berlangsung hingga beberapa hari. Kondisi cuaca bisa dikatakan suatu gambaran fenomena cuaca yang khas, seperti badai petir, hujan, musim panas, dan lain lain.

Cuaca tidak muncul dengan sendirinya. Cuaca tentu terdapat pemicu/pembentuknya. Berikut beberapa unsur pembentuk cuaca.

1. Radiasi matahari, bumi memanfaatkan matahari sebagai energi utama dalam proses fisika di atmosfer
2. Suhu udara, daerah tropis memiliki suhu udara yang tinggi dan kutub memiliki suhu yang palinh dingin

3. Kelembapan udara, jumlah uap air yang ada di dalam udara dimana atmosfer memiliki jumlah uap air yang sedikit
4. Awan, kumpulan massa air yang berkumpul di atas permukaan bumi
5. Angin, pergerakan udara akibat adanya perbedaan suhu serta tekanan suatu tempat dengan tempat lain



Gambar 2.1 Beberapa Jenis Cuaca

Sumber : <https://www.merdeka.com/jatim/jenis-cuaca-di-indonesia-berikut-pengertian-dan-karakteristiknya-klm.html>

Terdapat beberapa jenis cuaca yang ada di bumi. Berikut beberapa jenis cuaca, antara lain:

1. Cuaca Panas

Jenis cuaca ini seseorang akan merasa panas dan lingkungan sekitar menjadi kering. Hal ini disebabkan karena panasnya matahari. Ketika matahari berada tegak lurus di atas bumi, sehingga memunculkan rasa panas.

2. Cuaca Cerah

Dimana sinar matahari terlihat jernih yang disertai dengan udara yang segar. Oleh sebab itu, ketika cuaca cerah, rasa panas akan berkurang.

3. Cuaca Sejuk

Jenis cuaca yang terjadi pada suatu daerah yang mengalami angin bertiup, suhu udara rendah, dan humiditas udara yang cukup tinggi.

4. Cuaca Hujan

Hujan terjadi karena adanya uap air yang terkandung di udara atau di awan

5. Cuaca Berangin

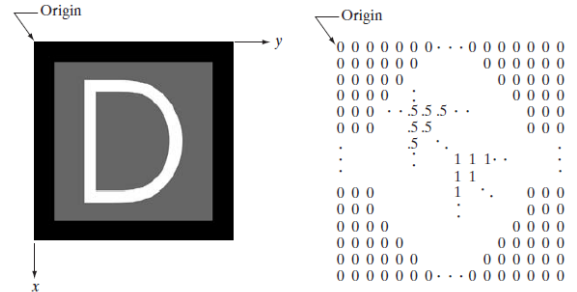
Cuaca ini menghasilkan angin yang dapat menggerakkan pohon lebat atau bahkan bisa membuat suatu bangunan ambruk.

6. Cuaca Berawan

Cuaca dimana ketika cahaya matahari tidak terasa panas karena tertutup oleh awan. Cuaca ini hampir sama dengan cuaca cerah.

B. Citra

Citra dapat didefinisikan sebagai 2 dimensi fungsi, $f(x,y)$ dimana x dan y adalah koordinat dan amplitudo dari f dengan pasangan x dan y adalah intensitas atau gray level. Ada beberapa representasi dari sebuah gambar digital. Namun yang paling simpel dan sudah diketahui banyak orang adalah berupa nilai numerik dari $f(x,y)$ dalam sebuah matrix. Hal ini akan sangat berguna dalam membuat algoritma yang hanya memakai bagian gambar tertentu. Dan representasi ini sangat berguna dalam menganalisis sebuah gambar karena gambar direpresentasikan sebagai nilai numerik dalam sebuah matrix.



Gambar 2.2 Gambar Digital Terdiri dari Kumpulan Angka
Sumber: Digital Image Processing (Gonzales, 2008)

Berdasarkan jenis warnanya, citra dikelompokkan menjadi 4 jenis, antara lain:

1. Citra biner, piksel yang terdiri dari angka 0 (hitam) dan 1 (putih). Citra ini membutuhkan memori yang sedikit untuk tiap pixel



Gambar 2.3 Citra Biner

Sumber: <https://www.trivusi.web.id/2022/09/image-processing.html>

2. Citra grayscale, piksel yang terdiri dari bilangan bulat dengan nilai antara 0 hingga 255 (0 sepenuhnya hitam dan 255 sepenuhnya putih)



Gambar 2.4 Citra Grayscale

Sumber: <https://www.trivusi.web.id/2022/09/image-processing.html>

3. Citra RGB, terdapat 3 kanal warna yang tersusun, yaitu merah, hijau, dan biru serta memiliki nilai antara 0 sampai 255
4. Citra RGBA, RGB dengan tambahan bidang alfa yang mewakili opacity atau kegelapan gambar.

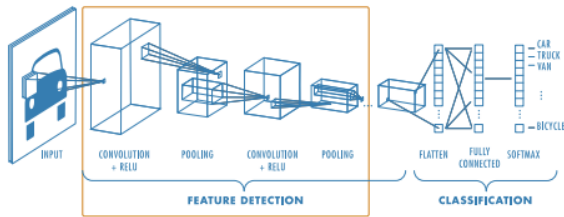
Berikut merupakan salah satu representasi citra sebagai sebuah matriks:

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \dots & f(0, N - 1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \dots & f(1, N - 1) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(M - 1, 0) & f(M - 1, 1) & \dots & f(M - 1, N - 1) \end{bmatrix}$$

Gambar 2.5 Representasi Gambar adalah Sebuah Matriks
Sumber: Digital Image Processing (Gonzales, 2008)

C. Convolution Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan algoritma deep learning yang populer yang biasanya digunakan untuk memproses data yang memiliki topologi seperti grid, sebagai contoh adalah citra. CNN merupakan arsitektur jaringan untuk pembelajaran mendalam yang belajar langsung dari data, dengan menghilangkan ekstraksi fitur secara manual. CNN dapat disebut sebagai jaringan saraf tiruan yang melibatkan metode konvolusi.



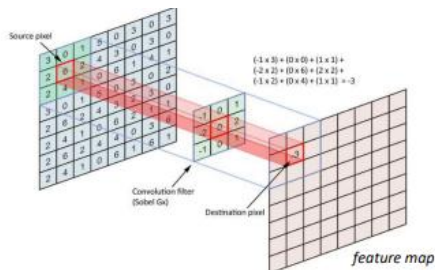
Gambar 2.6 Tahap dalam CNN

Sumber: Materi Kuliah

CNN terdiri dari 3 lapisan, antara lain sebagai berikut:

1. Convolutional Layer

Pada lapisan ini akan dilakukan operasi konvolusi pada citra masukan dengan sejumlah filter. Tiap filter akan menghasilkan luaran yang disebut feature map.



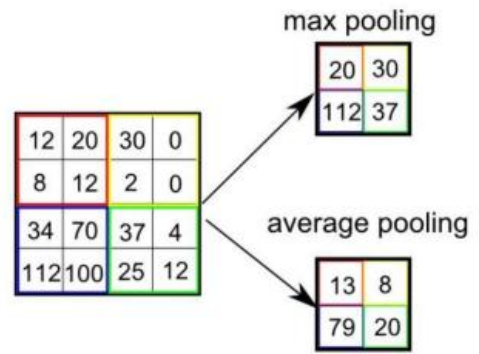
Gambar 2.7 Convolution Layer

Sumber: Materi Kuliah

2. Pooling Layer

Pada layer ini mirip dengan Convolutional Layer, layer ini bertanggung jawab untuk mengurangi ukuran spasial dari matriks fitur hasil konvolusi. Hal ini bertujuan untuk mengurangi komputasi yang diperlukan data melalui pengurangan dimensi. Terdapat 2 jenis pooling, yaitu Max Pooling dan Average Pooling.

- Max Pooling akan mengembalikan nilai maksimum dari bagian gambar yang dicakup oleh kernel.
- Average Pooling akan mengembalikan rata-rata semua nilai dari bagian gambar yang dicakup oleh kernel.

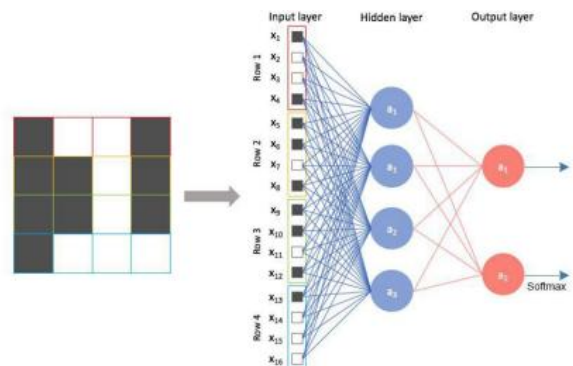


Gambar 2.8 Pooling Layer

Sumber: Materi Kuliah

3. Fully Connected Layer

Layer terakhir dalam CNN yang menghasilkan vektor dimensi K, dalam hal ini K adalah jumlah kelas yang dapat diprediksi oleh jaringan. Vektor ini berisi probabilitas untuk setiap kelas dari setiap gambar yang diklasifikasikan. Lapisan ini menggunakan fungsi softmax untuk menyediakan luaran klasifikasi. Metode pembelajaran yang digunakan adalah supervised learning dengan mekanisme backpropagation.



Gambar 2.9 Fully Connected Layer

Sumber: Materi Kuliah

Selain itu terdapat beberapa layer lain yang bertujuan untuk mempercepat pelatihan model. Layer tersebut adalah sebagai berikut.

1. ReLU layer

Merupakan layer tambahan yang memungkinkan pelatihan yang lebih cepat dan efektif dengan memetakan nilai negatif menjadi nol dan mempertahankan nilai positif. Pada dasarnya, ReLU adalah operasi per-pixel dengan cara mengganti nilai negatif pixel di dalam feature map menjadi nol.

2. Dropout layer

Teknik regulasi yang secara acak menghilangkan sebagian dari unit (neuron) dalam jaringan pada setiap iterasi pelatihan. Ini membantu mencegah overfitting dan meningkatkan generalisasi model.

3. Batch Normalization layer

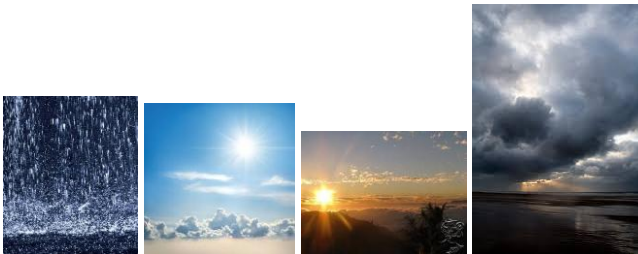
Teknik normalisasi yang diterapkan pada jaringan saraf tiruan untuk meningkatkan stabilitas dan kecepatan konvergensi selama pelatihan. BatchNorm ini biasanya digunakan pada layer-layer dalam sebuah jaringan, seperti fully-connected layer atau layer konvolusi pada CNN.

III. PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses pembedaan solusi, mulai dari pengumpulan data, data preprocessing, pembuatan model, dan pengujian model.

A. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data yang diambil dari website *kaggle*. Pada *kaggle* terdapat dataset yang berjudul Multi-Class Images for Weather Classification. Dataset ini memberikan platform untuk analisis cuaca di luar ruangan dengan mengekstraksi berbagai fitur untuk mengenali kondisi cuaca yang berbeda. Dataset ini terdiri dari 1125 file, dimana file ini berisi citra cuaca yang dikategorikan menjadi 3 jenis cuaca, yaitu cloudy, rain, shine, dan sunrise. Citra ini beresolusi bermacam-macam sehingga diperlukan preprocessing untuk penyeragaman resolusi. Berikut contoh citra pada dataset Multi-Class Images for Weather Classification.

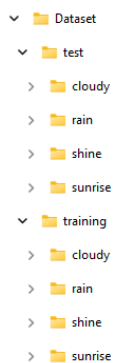


Gambar 3.1 Contoh cuaca rain, shine, sunrise, dan cloudy

Sumber: Dataset

B. Pre-Processing Data

Dataset yang telah didapatkan akan diproses terlebih dahulu sebelum nanti digunakan dalam proses pembuatan model. Data akan dipisahkan menjadi 2 jenis, yaitu untuk testing dan untuk train. Untuk persentasenya adalah 75% data untuk train dan 25% untuk testing.



Gambar 3.2 Pemisahan Dataset Test dan Training

Sumber: Penulis

Setelah dilakukan pemisahan data, akan dilakukan perubahan resolusi gambar dataset agar komputasi menjadi lebih berkurang dan proses berjalan menjadi lebih cepat. Perubahan resolusi dilakukan dengan menggunakan library keras dengan fungsi `ImageDataGenerator`. Dan sebelum perubahan ukuran resolusi, nilai gambar diubah menjadi nilai normalisasi terlebih dahulu.

```
IMG_SIZE = (128, 128)
BATCH_SIZE = 32
train_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1.0 / 255)
test_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1.0 / 255)
train_generator = train_datagen.flow_from_directory(
    train_path,
    target_size=IMG_SIZE,
    batch_size=BATCH_SIZE,
    class_mode="categorical"
)
```

C. Pembuatan Model

Model yang dibuat dengan menggunakan library tensorflow keras. Terdapat beberapa layer untuk membangun model ini. Untuk lebih jelas, berikut pada code dibawah ini.

```
model = Sequential([
    Conv2D(32, (3, 3), activation='relu', input_shape=(128, 128, 3)),
    MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'),
    MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    Conv2D(128, (3, 3), activation='relu'),
    MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)),
    Flatten(),
    Dense(128, activation='relu'),
    Dropout(0.5),
    Dense(train_generator.num_classes, activation='softmax')
])
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 126, 126, 32)	896
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 63, 63, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 61, 61, 64)	18,496
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 30, 30, 64)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 28, 28, 128)	73,856
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 14, 14, 128)	0
flatten (Flatten)	(None, 25088)	0
dense (Dense)	(None, 128)	3,211,392
dropout (Dropout)	(None, 128)	0
dense_1 (Dense)	(None, 4)	516

Gambar 3.3 Layer Model

Sumber: Penulis

Lalu model dilatih dengan menggunakan adam, dengan matriks penilaian berupa akurasi dan learning rate 0,001. Model dilatih ulang dengan epoch 15.

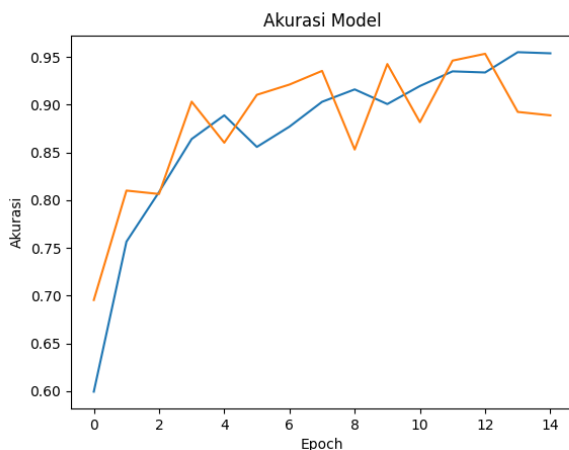
```

model.compile(optimizer=Adam(learning_rate=LEARNING_RATE),
              loss='categorical_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])
# Latih Model
catat = model.fit(
    train_generator,
    validation_data=test_generator,
    epochs=EPOCHS,
    verbose=1
)

```

D. Evaluasi Akurasi Model

Setelah model dibuat, model akan dievaluasi akurasi yang didapatkannya. Akurasi yang didapat dari model yang dibuat sebesar 89%.



Lalu akan dilakukan pengujian pada gambar random. Berikut merupakan hasil uji coba dengan menggunakan gambar yang random, ada yang dari penulis, ada yang dari website.

Gambar	Prediksi Kelas	Kelas Asli
	shine	cerah / shine
	rain	hujan / rain
	cloudy	berawan / cloudy
	cloudy	berawan / cloudy

IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pembangunan CNN dan dilakukan pengujian, didapat bahwa penggunaan CNN terbukti efektif dalam mengenali kondisi cuaca pada citra lingkungan. Model yang telah dibangun dan pemrosesan data yang telah dilakukan memberikan hasil yang sangat memuaskan dalam mengenali kondisi cuaca. Hasil akurasi yang didapat dari model yang telah dibangun adalah 89%. Hal ini sudah cukup bagus untuk mengenali kondisi cuaca pada citra lingkungan. Dan untuk hasil pengujian didapat bahwa citra yang digunakan untuk pengujian didapat hasil prediksi yang sangat memuaskan, prediksi sudah sesuai dengan kelas aslinya.

LINK GITHUB

https://github.com/SulthanDA28/Pengenalan_Cuaca

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih dan bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas ini dengan lancar dan baik. Penulis juga berterima kasih kepada Bapak Rinaldi Munir selaku dosen Pemrosesan Citra Digital yang telah memberikan ilmunya serta membimbing penulis dalam mata kuliah ini. Selain itu Bapak Rinaldi Munir juga sudah memberikan materi, latihan soal, ujian, dan lain

sebagainya pada website beliau yang hal ini sangat berguna dalam pembelajaran Pemrosesan Citra Digital ini.

REFERENSI

- [1] <https://www.kaggle.com/datasets/somesh24/multiclass-images-for-weather-classification>. Diakses pada 12 Januari 2025
- [2] <https://www.gramedia.com/literasi/pengertian-cuaca/> . Diakses pada 14 Januari 2025
- [3] Rafael C. Gonzales, & Richard E.Woods (2008). Digital Image Processing (3th ed.). Pearson.
- [4] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2019-2020/15-Citra-Biner.pdf> . Diakses pada 15 Januari 2025
- [5] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2024-2025/21-CNN-2024.pdf> . Diakses pada 14 Januari 2025
- [6] <https://www.trivusi.web.id/2022/09/image-processing.html> Diakses pada 14 Januari 2025

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 15 Januari 2025



Nama dan NIM