

PENGENALAN EKSPRESI WAJAH PENGUNJUNG DEAL COFFEE MENGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Ayu Lestari Perdana¹, Suharni², Annahl Riadi^{3*}

¹ayulestariperdana.dty@uim-makassar.ac.id, ²suharni.dty@uim-makassar.ac.id, ^{3*}annahlriadi@gmail.com

¹Universitas Islam Makassar, ²Universitas Islam Makassar, ³Universitas Ichsan Sidenreng Rappang

Received :

20 September 2023

Accepted :

20 November 2023

Published :

27 November 2023

Abstract

Abstract: Recognition of facial expressions has been carried out by several researchers and is an important topic to study. In this research, the methods, data and facial parameters used were different so that the results of facial expressions and the accuracy of the research results were also different. Problems that occur Facial expression recognition has a level of accuracy that is not yet optimal which can result in less than optimal performance of the facial expression recognition system and the need for the best algorithm model to improve accuracy results. Considering that Deal Coffee is one of the business fields that must know the level of visitor satisfaction to improve sales strategies. One of the roles of intelligent computing is to solve these problems using CNNs which can identify important features on the human face and produce an accurate representation of the face. The research objective is to increase the accuracy of recognizing visitors' facial expressions by improving accuracy values using CNN so that it can increase the efficiency and effectiveness of Deal Coffee in carrying out promotions and marketing strategies. The benefits of the research are expected to be able to contribute to the development of science and technology, especially in the recognition of facial expressions with a better and more accurate level. The research method is a descriptive method to determine the performance of the CNN model. The research activity plan begins with sampling image data sourced from CCTV. In the second stage, preprocessing was carried out and trained using the CNN model. Next is to carry out classification. The results of the classification will be calculated the level of accuracy.

Keywords: Expression; Face; Accuracy; CNNs; Dealcoffee

Abstrak

Pengenalan ekspresi wajah telah dilakukan beberapa peneliti dan menjadi topik yang penting untuk dikaji. Dalam penelitian tersebut metode, data dan parameter wajah yang digunakan berbeda sehingga hasil ekspresi wajah beserta akurasi dari hasil penelitian juga berbeda. Permasalahan yang terjadi tingkat akurasi yang belum maksimal yang dapat mengakibatkan kurang optimalnya kinerja dari sistem pengenalan ekspresi wajah serta dibutuhkannya model algoritma terbaik untuk memperbaiki hasil akurasi. Mengingat Deal Coffee sebagai salah satu bidang usaha yang harus mengetahui tingkat kepuasan pengunjung untuk meningkatkan strategi penjualan. Salah satu peran komputasi cerdas adalah untuk menyelesaikan masalah tersebut menggunakan CNN yang dapat mengidentifikasi fitur penting pada wajah manusia dan menghasilkan representasi yang akurat dari wajah. Tujuan Penelitian yaitu untuk meningkatkan akurasi dari pengenalan ekspresi wajah pengunjung melalui perbaikan nilai akurasi menggunakan CNN sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas Deal Coffee dalam melakukan promosi dan strategi pemasaran. Manfaat Penelitian diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan IPTEK khususnya dalam pengenalan ekspresi wajah dengan tingkat akurasi yang lebih baik dan akurat. Rencana Kegiatan penelitian diawali dengan pengambilan sampel data gambar yang bersumber dari CCTV. Tahap Kedua, dilakukan preprocessing dan dilatih menggunakan model CNN. Selanjutnya adalah melakukan klasifikasi. Hasil klasifikasi tersebut akan dihitung tingkat akurasinya.

Kata Kunci: Ekspresi; Wajah; Akurasi; CNN; Dealcoffee

1. Pendahuluan

Ekspresi wajah merupakan salah satu cara manusia berkomunikasi[1][2]. Pengenalan ekspresi wajah menjadi topik penelitian yang menarik dan mendukung diberbagai sektor[3][4], salah satunya di sektor bisnis [5]. Ekspresi kepuasan pengunjung dapat dilihat dari raut wajah, intonasi suara, pergerakan tubuh dan lain-lain. Persaingan yang semakin ketat di bidang usaha kuliner mendorong pentingnya dilakukan pengenalan ekspresi wajah untuk mengukur tingkat kepuasan pengunjung sehingga dapat membantu pemilik dan pengelola usaha untuk meningkatkan daya saing, pemasaran dan memenangkan persaingan di bidang usaha kuliner. Pesatnya pertumbuhan restoran dan makanan ala kafe di Indonesia saat ini, membuat persaingan restoran anak muda semakin kompetitif[6]. Deal Coffee merupakan sebuah cafe dan tempat nongkrong yang berupaya untuk terus berkembang dan berupaya menyajikan menu, fasilitas dan pelayanan terbaik. Nilai akurasi yang baik sangat dibutuhkan sebagai landasan pengelola Deal Coffee agar dapat terus berkembang dan memperluas potensi pasar.

Permasalahan umum yang terjadi adalah penilaian kepuasan bersifat subjektif dan tidak semua pengunjung mampu menyampaikan secara langsung kesan yang dirasakan saat menikmati hidangan dan pelayanan di Deal Coffee, serta belum terukurnya tingkat kepuasan pengunjung, sedangkan pihak pengelola Deal Coffee perlu mengetahui tingkat kepuasan pengunjung agar dapat terus berupaya untuk mengembangkan usaha yang dijalankan sejak tahun 2020. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkannya sebuah metode yang mampu memberikan hasil pengenalan ekspresi wajah untuk mengukur tingkat kepuasan dan menghasilkan nilai akurasi terbaik.

Berdasarkan beberapa penelitian pengenalan ekspresi wajah, masih terdapat kekurangan dan kelemahan, dimana dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa hasil dari evaluasi masih perlu ditingkatkan lagi[7]. Terdapat beberapa mesin pembelajaran untuk klasifikasi citra, seperti Jaringan Syaraf Tiruan, Logika Fuzzy, Algoritma Genetika, dan *Support Vector Machine* (SVM) [7]. Salah satu algoritma yang mampu menyelesaikan masalah klasifikasi dengan baik adalah *Support Vector Machine* (SVM)[4][5][9]. SVM merupakan metode klasifikasi yang kini banyak dikembangkan dan

diterapkan[10]. Metode ini berasal dari teori pembelajaran statistik yang menjanjikan dan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode yang lainnya. SVM bekerja sangat baik pada himpunan data berdimensi tinggi[7]. Walaupun sangat baik dalam menyelesaikan permasalahan klasifikasi, SVM hanya dapat digunakan pada data yang bersifat linier saja, sehingga diperlukan sebuah pengembangan untuk dapat membuat SVM mampu memisahkan data non-linier, salah satunya dengan menambahkan metode yang mampu melakukan klasifikasi dan interpretasi citra. Pengenalan wajah yang banyak dilakukan dengan cara mengekstraksi fitur-fitur tertentu sedangkan CNN dapat mengenali objek pada citra yang ditemukan melalui fitur yang ditemukan sendiri dalam proses konvolusinya[5]. CNN digunakan untuk menganalisis gambar visual[11]–[13], mendeteksi dan mengenali objek pada image[14], yang merupakan vektor berdimensi tinggi yang akan melibatkan banyak parameter untuk mencirikan jaringan [9]. CNN memiliki keunggulan dalam hal seperti Ekstraksi Fitur Otomatis, Hierarki Representasi, Invariansi Spasial, Data Augmentation, Paralelisme, Reusabilitas dan Transfer Learning, Keakuratan dan Performa. Dengan menggunakan keunggulan CNN, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa CNN dalam mengenali ekspresi wajah Puas, tidak puas dan netral. Untuk mengatasi permasalahan yang ada penulis mengusulkan untuk menggunakan CNN yang dinilai mampu memecahkan permasalahan yang ada sehingga nilai akurasi akan lebih meningkat dan akurat.

1.1 Rumusan Masalah

Permasalahan spesifik dalam penelitian ini :

1. Pengenalan ekspresi wajah pengunjung masih memiliki tingkat akurasi yang belum maksimal yang dapat mengakibatkan Kurang optimalnya kinerja dari sistem pengenalan ekspresi wajah pengunjung Deal Coffee
2. Dibutuhkannya model algoritma terbaik untuk memperbaiki hasil akurasi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengukur tingkat kepuasan pengunjung Deal Coffee melalui pengenalan ekspresi wajah yaitu puas, tidak puas dan netral berdasarkan data gambar wajah yang dikumpulkan sehingga mampu mengoptimalkan kinerja CNN
2. CNN mampu meningkatkan nilai akurasi prediksi serta mengukur tingkat kepuasan pengunjung melalui prediksi sehingga mampu membantu pengelola dalam mengembangkan potensi wisata di Maros Highland.

1.3 Pendekatan Penyelesaian Masalah

Dalam menyelesaikan permasalahan tersebut dibutuhkan pendekatan dengan menggunakan CNN dengan tahapan :

1. Preprocessing
2. Pembuatan Model CNN
3. Pelatihan Model CNN
4. Validasi Model CNN
5. Pengujian
6. Evaluasi Performa

Berdasarkan tahapan diatas, pemilihan parameter yang tepat dan pemilihan arsitektur yang sesuai sangat penting untuk memastikan bahwa model CNN dapat menghasilkan hasil yang akurat dan relevan pada masalah yang akan diselesaikan yaitu masalah pengenalan ekspresi wajah pengunjung Deal Coffee.

1.4 State Of The Art

Tinjauan studi dalam penelitian ini dapat dilihat dari *state of the art* berikut ini :

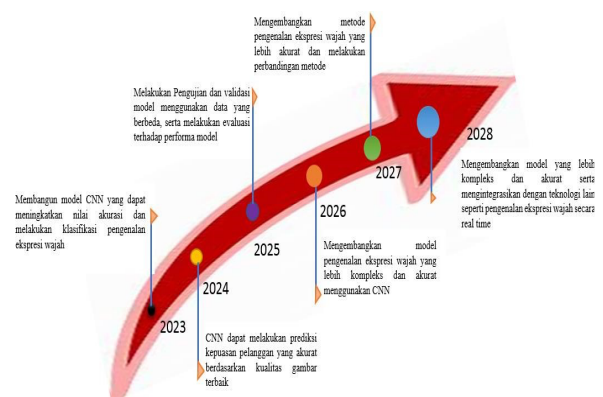
Tabel 1. State of the art

Peneliti/ Tahun	Judul	Metode	Hasil
Annahl Riadi, Ruhmi Sulaehani/ 2019[7]	Analisis Implementasi Preprocessing dengan Otsu+ Gaussian pada Pengenalan Wajah	SVM, Otsu Gaussian	Hasil penerapan metode otsu dan fungsi gaussian dapat digunakan untuk tahapan preprocessing melalui threshold image yang memiliki kualitas gambar yang baik. Metode otsugaussian tidak efektif digunakan untuk preprocessing data yang bersumber dari video atau

			image dengan kualitas gambar yang kurang baik, sehingga menyulitkan proses pengenalan wajah
Mustafa Zuhair Nayef AlDabagh, dkk/ 2020[8]	Face Recognition System Based on Fusion of Features of Local Methods Using CCA	CCA, Fusion Features of Local	Teknik ini dinilai terhadap banyak dataset wajah yang menantang seperti database Yale, dengan hasil yang menggembirakan.
Muhammad Soleh Althafani, Nur Alya/2021 [15]	Implementasi Algoritma CNN (Convolutional Neural Network) Untuk Mengklasifikasi Wajah Bermasker Dan Tidak Bermasker Dalam Sistem Aplikasi Eva (Everyone's Vigor Auxiliary)	CNN	Hasil dari proses pengujian (testing) sistem klasifikasi ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) tingkat akurasi yang didapat sebesar 96%. Tingkat akurasi ini didapat dari hasil pengujian terhadap 24 data Gambar wajah bermasker dan tidak bermasker, yang mana 23 data Gambar berhasil untuk diklasifikasi. Hasil akhir dalam sistem ini adalah sebuah model berformat .tflite. Model .tflite ini dikonversi dengan menggunakan TensorFlow Lite agar model dapat digunakan dalam aplikasi mobile maupun web

1.5. Roadmap Penelitian

Roadmap penelitian dituangkan dalam gambar berikut :



Gambar 1. Roadmap Penelitian.

2. Metode

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian deskriptif karena tahapannya dianggap cocok dengan permasalahan yang diteliti. Berikut tahapan penelitian yang telah dan akan dilakukan :

1. Tahapan awal yang telah dilakukan dalam penelitian ini yaitu Survey Lokasi yaitu Deal Coffe yang beralamat di Mocongloe Kabupaten Maros dan analisis situasi terkait permasalahan yang terjadi. Dilanjutkan dengan studi literatur terkait permasalahan dan mencari solusi hingga ditemukan sebuah model yang dianggap mampu mengatasi permasalahan tersebut dan meningkatkan nilai akurasi pengenalan ekspresi wajah pelanggan Deal Coffee. Adapun tahapan tersebut dapat dilihat dari gambar berikut:



Gambar 2 Tahapan Awal Penelitian

2. Tahap yang akan dilaksanakan untuk memperoleh nilai akurasi yang baik dan hasil prediksi yaitu :
 - a. Tahap pertama pengumpulan data dengan mengambil sampel wajah untuk dijadikan dataset, wajah yang diambil bersumber dari CCTV kemudian dijadikan image dan disimpan dengan format JPG.
 - b. Tahap kedua preprocessing dengan cara mengubah ukuran image dan normalisasi, selanjutnya disimpan kedalam folder untuk data Tesing, Training dan Validation
 - c. Tahap ketiga yaitu eksperimen menggunakan bahasa pemrograman python dengan tahapan dilanjutkan dengan Persiapan komponen, Membuat function data frame, membuat function generate gambar dari data frame, membuat function menampilkan gambar, membuat function menampilkan plot training, membuat function confusion matrix, menentukan lokasi dataset dan menampilkan gambar, membuat class callback untuk epoch data training, persiapan sebelum melatih model, setting callback parameter, melatih model dan menampilkan histori hasil training,

Evaluasi Model, Membuat prediksi, menampilkan hasil confusion matrix dan klasifikasi.

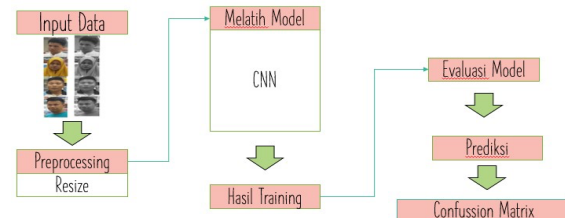
Tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3 Tahapan Penelitian

2.2 Model Eksperimen

Untuk mengetahui nilai akurasi dari pengenalan ekspresi wajah pengunjung Deal Coffee yang terdiri dari 3 kelas yaitu Wajah Puas, Tidak Puas, dan Netral. Maka dilakukan eksperimen dengan menggunakan Bahasa Python pada Google Colab dengan tahapan sebagai berikut :



Gambar 4. Model Eksperimen

- a. Data yang digunakan bersumber dari CCTV yang berada di Deal Coffee
- b. Data tersebut dikumpulkan dan diolah serta diberi label yang menyatakan ekspresi yang ditampilkan (Puas, Tidak Puas, Netral)
- c. Dilanjutkan dengan pembagian dataset menjadi 3 subset: data pelatihan (Training Data), data Validasi (Validation Data), dan Data Pengujian (Testing Data). Data pelatihan akan digunakan untuk melatih model, data validasi akan digunakan untuk menyetel parameter-model selama pelatihan, dan data pengujian akan digunakan untuk menguji performa model
- d. Tahap preprocessing dilakukan penyamaan ukuran pada gambar dan disimpan kedalam folder Train, Test, dan Valid

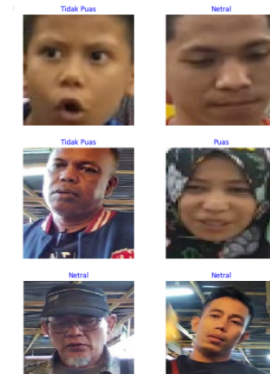
- e. Setelah preprocessing selesai dilanjutkan dengan melatih Model CNN
- f. Arsitektur CNN dirancang menggunakan library deep learning TensorFlow atau Keras
- g. Setelah dilatih akan diperoleh hasil training dan ditampilkan dalam bentuk grafik
- h. Pengujian dilakukan setelah selesai dengan performa model menggunakan data validasi, maka digunakan data pengujian untuk mengukur performa akhir model secara objektif
- i. Setelah model dilatih, model perlu dievaluasi untuk memastikan performanya sesuai dengan harapan. Evaluasi model dilakukan menggunakan beberapa metrik seperti akurasi, confusion matrix, precision, recall, dan F1 score
- j. Setelah model CNN dilatih dan evaluasi, model dapat digunakan untuk memprediksi kelas dari data yang belum dilihat sebelumnya

Selanjutnya digunakan confusion matrix dan menganalisa hasil eksperimen, dimana semakin tinggi nilai precision dan recall, semakin baik kinerja model klasifikasi tersebut dalam memprediksi kelas yang benar.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini bersumber dari CCTV yang diletakkan di meja kasir Deal Coffe, data yang diperoleh berupa data video hasil rekaman CCTV kemudian diolah menjadi image agar memudahkan tahap preprocessing. Data image tersebut selanjutnya dipotong (*crop*) dan disamakan ukurannya (*size*) menjadi 224 x 224. Data gambar tersimpan dalam bentuk jpg/png agar sesuai dengan model. Berikut data sampel data yang diperoleh:



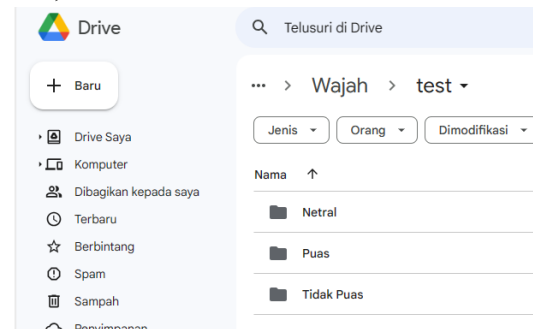
Gambar 5. Sampel Data Wajah Pengunjung Deal Coffee

3.2 Preprocessing

Tahapan Preprocessing terdiri dari :

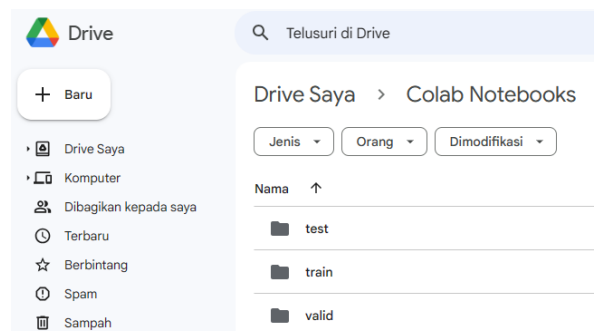
1. Resize Gambar
2. Konversi Gambar

Data terdiri dari 3 (tiga) jenis ekspresi yaitu Puas, Netral, dan Tidak Puas



Gambar 6. Class Ekspresi Wajah

Folde terdiri dari data testing (Test), Data Training (Train), dan Data Validasi (valid)



Gambar 7. Data Testing, Training, dan Validasi

3.3 Hasil Analisis

Dalam kasus ini, model CNN memiliki total 11,183,922 parameter. Dari jumlah total tersebut, 11,093,547 Parameter dapat dilatih, sedangkan 90,375 Parameter tidak dapat dilatih.

Model: "sequential_2"

Layer (type)	Output Shape	Param #
efficientnetb3 (Functional)	(None, 1536)	10783535
batch_normalization_2 (Batch Normalization)	(None, 1536)	6144
dense_4 (Dense)	(None, 256)	393472
dropout_2 (Dropout)	(None, 256)	0
dense_5 (Dense)	(None, 3)	771

=====
Total params: 11,183,922
Trainable params: 11,093,547
Non-trainable params: 90,375

Gambar 8. Persiapan Melatih Model

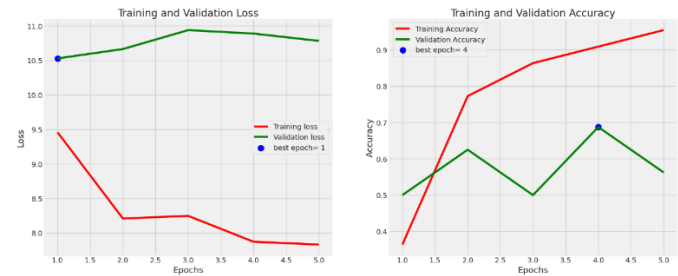
3.4 Melatih Model dan Hasil Training

Melatih Model dan Hasil Training (History)									
[51] history = model.fit(x= train_gen, epochs= epochs, verbose= 0, callbacks= callbacks, validation_data= valid_gen, validation_steps= None, shuffle= False, initial_epoch= 0) plot_training(history)									
Epoch	Loss	Accuracy	V_loss	V_acc	LR	Next LR	Monitor	% Improv	Duration
1 / 30	9.458	36.364	10.52918	50.000	0.00100	0.00100	accuracy	0.00	70.85
2 / 30	8.208	77.273	10.66486	62.500	0.00100	0.00100	accuracy	112.50	17.09
3 / 30	8.247	86.364	10.93899	50.000	0.00100	0.00100	accuracy	11.76	17.41
4 / 30	7.872	90.009	10.88921	68.750	0.00100	0.00050	val_loss	-3.42	17.12
5 / 30	7.831	95.455	10.78326	56.250	0.00050	0.00025	val_loss	-2.41	16.92

enter H to halt training or an integer for number of epochs to run then ask again
H
training has been halted at epoch 5 due to user input
training elapsed time was 0.0 hours, 4.0 minutes, 29.76 seconds)

Gambar 9. Histori hasil training

Hasil dari CNN akan ditampilkan dalam bentuk grafik dengan akurasi 95,45%. Dapat dilihat bahwa akurasi stabil karena mengalami peningkatan pada setiap epoch. Nilai paling tinggi berada pada epoch 5 dengan nilai 95,45% dan nilai terendah berada pada epoch 1 Dengan nilai 36,36%. Grafik hasil training dan validasi dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 10. Grafik Training dan Validasi

3.5 Evaluasi Model

Evaluasi Model

```
[52] ts_length = len(test_df)
test_batch_size = test_batch_size * max(sorted([ts_length // n for n in range(1, ts_length + 1) if ts_length % n == 0 and ts_length/n <= 80]))
test_steps = ts_length // test_batch_size
train_score = model.evaluate(train_gen, steps= test_steps, verbose= 1)
valid_score = model.evaluate(valid_gen, steps= test_steps, verbose= 1)
test_score = model.evaluate(test_gen, steps= test_steps, verbose= 1)

print("Train Loss: ", train_score[0])
print("Train Accuracy: ", train_score[1])
print("-" * 20)
print("Validation Loss: ", valid_score[0])
print("Validation Accuracy: ", valid_score[1])
print("-" * 20)
print("Test Loss: ", test_score[0])
print("Test Accuracy: ", test_score[1])

1/1 [=====] - 3s 3s/step - loss: 10.8044 - accuracy: 0.4545
1/1 [=====] - 3s 3s/step - loss: 10.9398 - accuracy: 0.5000
1/1 [=====] - 3s 3s/step - loss: 10.7309 - accuracy: 0.5455
Train Loss: 10.80439180961914
Train Accuracy: 0.4545454680919647
-----
Validation Loss: 10.938989639282227
Validation Accuracy: 0.5
-----
Test Loss: 10.730866432189941
Test Accuracy: 0.5454545617103577
```

Gambar 11. Hasil Evaluasi Model

Membuat Prediksi

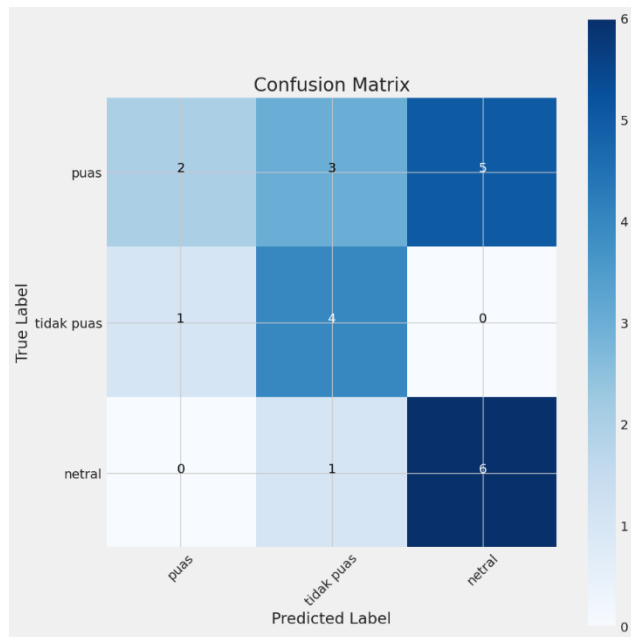
```
[53] preds = model.predict(test_gen)
y_pred = np.argmax(preds, axis=1)
#print(y_pred)

1/1 [=====] - 6s 6s/step
```

Confusion Matrix dan Klasifikasi

```
target_names = ['puas', 'tidak puas', 'netral']
# Confusion matrix
cm = confusion_matrix(test_gen.classes, y_pred)
plot_confusion_matrix(cm= cm, classes= target_names, title = 'Confusion Matrix')
# Classification report
print(classification_report(test_gen.classes, y_pred, target_names= target_names))

weighted avg      0.59      0.55      0.49      22
```



Gambar 12. Prediksi dan Confusion Matrix

3.6 Kinerja Model CNN

- Setelah dilakukam training network maka terbentuk sebanyak 3 class yaitu puas, netral, tidak puas
- Hasil progres sebanyak 5 kali epoch
- Model menghasilkan kinerja yang cukup bagus dilihat dari nilai loss semakin menurun disetiap epoch dan nilai akurasi semakin meningkat hingga di epoch ke 5
- Nilai terbaik berada di epoch ke 5 dengan nilai akurasi 95,45% dengan nilai loss 7,831

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian tentang pengenalan ekspresi wajah pengunjung Deal Coffee ini memperoleh hasil akurasi yang baik yaitu 95,45% dengan nilai Loss 7,831. Untuk terus mengembangkan penelitian ini diharapkan untuk peneliti selanjutnya mengumpulkan data dalam jumlah yang banyak dan dengan kualitas gambar yang baik agar nilai akurasi semakin baik dalam hal pengenalan ekspresi wajah

7. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Kemendikbud, Pimpinan dan civitas akademik UIM Makassar dan pimpinan Deal Coffe atas support yang diberikan hingga selesainya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] L. Zahara, P. Musa, E. Prasetyo Wibowo, I. Karim, and S. Bahri Musa, 'The Facial Emotion Recognition (FER-2013) Dataset for Prediction System of Micro-Expressions Face Using the Convolutional Neural Network (CNN) Algorithm based Raspberry Pi', in *2020 Fifth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, Gorontalo, Indonesia: IEEE, Nov. 2020, pp. 1–9, doi: 10.1109/ICIC50835.2020.9288560.
- [2] Y. C. Oktaviani and Y. Wahyuningsih, 'FACE EXPRESSION RECOGNIZER DENGAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK MEMBANTU PENDERITA AUTISME MENGENALI EKSPRESI WAJAH SESEORANG', *JITET*, vol. 11, no. 3, Aug. 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3108.
- [3] S. Bahri, R. Samsinar, and P. S. Denta, 'Pengenalan Ekspresi Wajah untuk Identifikasi Psikologis Pengguna dengan Neural Network dan Transformasi Ten Crops', vol. 5, no. 1.
- [4] L. M. R. Rere, 'Studi Pengenalan Ekspresi Wajah Berbasis Convolutional Neural Network', vol. 3, 2019.
- [5] D. Alamsyah and D. Pratama, 'Implementasi Convolutional Neural Networks (CNN) untuk Klasifikasi Ekspresi Citra Wajah pada FER-2013 Dataset', *JurTI*, vol. 4, no. 2, pp. 350–355, Dec. 2020, doi: 10.36294/jurti.v4i2.1714.
- [6] A. P. Yudha and R. P. Cahyono, 'Analisis Kepuasan Pengunjung Menggunakan Metode Random Forest Untuk Wisata Pantai pada Pesawaran', vol. 2, 2022.
- [7] A. Riadi and R. Sulachani, 'ANALISIS IMPLEMENTASI PREPROCESSING DENGAN OTSU-GAUSSIAN PADA PENGENALAN WAJAH', *Ilk. J. Ilm.*, vol. 11, no. 3, pp. 200–205, Dec. 2019, doi: 10.33096/ilkom.v11i3.457.200-205.
- [8] M. Z. Nayef Al-Dabagh, M. Imran Ahmad, M. N. Md Isa, and S. Amirul Anwar, 'Face Recognition System Based on Fusion

- Features of Local Methods Using CCA’, in *2020 8th International Electrical Engineering Congress (iEECON)*, Chiang Mai, Thailand: IEEE, Mar. 2020, pp. 1–4. doi: 10.1109/iEECON48109.2020.229489.
- [9] ‘Literature Review: Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network’.
- [10] A. Mustakim, I. Santoso, and A. A. Zahra, ‘PENGENALAN EKSPRESI WAJAH MANUSIA MENGGUNAKAN TAPIS GABOR 2-D DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)’, *Transient*, vol. 6, no. 3, p. 232, Nov. 2017, doi: 10.14710/transient.6.3.232-238.
- [11] ‘Convolutional Neural Networks untuk Pengenalan Wajah Secara Real-Time’.
- [12] Al Sigit Guntoro, Edy Julianto, and Djoko Budiyo, ‘Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan Convolutional Neural Network’, *Jurnal Informatika Atma Jogja*, vol. 3, no. 2, pp. 155–160, Nov. 2022, doi: 10.24002/jiaj.v3i2.6790.
- [13] S. P. Ristiawanto, B. Irawan, and C. Setianingsih, ‘PENGENALAN EKSPRESI WAJAH BERBASIS CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MENGGUNAKAN ARSITEKTUR RESIDUAL NETWORK-50’.
- [14] D. Prasetyawan and R. Gatra, ‘Model Convolutional Neural Network untuk Mengukur Kepuasan Pelanggan Berdasarkan Ekspresi Wajah’, *JuTISI*, vol. 8, no. 3, Dec. 2022, doi: 10.28932/jutisi.v8i3.5493.
- [15] N. A. Althafani, ‘IMPLEMENTASI ALGORITMA CNN (CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK) UNTUK MENGLASIFIKASIKAN WAJAH BERMASKER DAN TIDAK BERMASKER DALAM SISTEM APLIKASI EVA (EVERYONE’S VIGOR AUXILIARY)’, 2021.