

# Implementasi Machine Learning Pada Alat Deteksi Emosi Untuk Sistem Kontrol Suhu Dan Pencahayaan Ruangan

## *Implementation Of Machine Learning In Emotion Detection Device For Room Temperature And Lightning Control Systems*

1<sup>st</sup> Ahmad Fadel Ibrahim  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

ahmadfadelibrahim@student.telkom  
university.ac.id

2<sup>nd</sup> Favian Dewanta  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

favian@365.telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Sevierda Raniprima  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

sevierda@telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini membahas tentang pengimplementasian *machine learning* untuk alat deteksi emosi agar klasifikasi emosi yang dihasilkan akurat atau mendekati kondisi asli emosional pengguna. Pada penelitian ini juga diterapkan konsep IoT. Selain untuk mendeteksi emosi, hasil deteksi emosi juga dimanfaatkan juga sebagai pengontrol pencahayaan ruangan dan suhu ruangan yang penyesuaiannya berdasarkan kondisi emosional pengguna. Alat pendeteksi emosi dibuat menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. Dalam implementasi *machine learning* digunakan metode CNN untuk melatih *dataset* klasifikasi emosi. Data yang telah dilatih kemudian diterapkan ke program untuk alat pendeteksi emosi lalu diteruskan ke sistem pengontrol guna menjalankan kontrol pencahayaan dan suhu ruangan. Hasil dari pengujian model yang telah dilatih menggunakan algoritma CNN dengan arsitektur *Deep CNN* menunjukkan nilai rata-rata *precision* 67%, *recall* 62%, *accuracy* 68% dan *F1 score* 63%. Hasil dari pengujian alat deteksi emosi pada penelitian ini mendapatkan nilai rata-rata tingkat kecocokan sampel uji dengan model yang telah dilatih sebesar 70,03 %. Adapun hasil perhitungan QoS untuk *video streaming* saat transmisi data dari kamera *smartphone* ke alat deteksi emosi dengan protokol TCP dengan nilai rata-rata *throughput* sebesar 9168,1 Kb/s. Sedangkan untuk *packet loss* sebesar 0,002% dan nilai rata-rata *delay* sebesar 0,899600339 ms.

**Kata Kunci:** Emosi, IoT, *Machine learning*.

### Abstract

*This study discusses the implementation of machine learning for emotion detection tools so that the resulting emotion classification is accurate or close to the user's original emotional condition. In this research, the concept of IoT is also applied. In addition to detecting emotions, the results of emotion detection are also used as a controller for room lighting and room temperature whose adjustments are based on the user's emotional condition. The emotion detection tool is made using the Arduino UNO Microcontroller. In the machine learning implementation, the CNN method is used to train the emotion classification dataset. The data that has been trained is then applied to the program for emotion detection devices and then forwarded to the controller system to control the lighting and room temperature. The results of model testing that have been trained using the CNN algorithm with Deep CNN architecture show an average precision of 67%, recall 62%, accuracy 68% and F1 score 63%. The results of testing the emotion detection tool in this study obtained an average value of the level of compatibility of the test sample with the trained model of 70.03%. The results of the QoS calculation for video streaming when transmitting data from a smartphone camera to an emotion detection device using the TCP protocol with an average throughput value of 9168.1 Kb/s. Meanwhile, packet loss is 0.002% and the average delay value is 0.89960339 ms.*

**Keywords:** Emotion, IoT, Machine learning.

### I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari wajah sering digunakan untuk mengekspresikan terutama dalam hal komunikasi. Dengan ekspresi wajah yang ditunjukkan seseorang jenis emosi dapat diketahui. Emosi

merupakan perasaan yang bisa menggerakkan seseorang untuk bertindak dan juga emosi merupakan respon dari suatu stimulus [1]. Para peneliti di bidang psikologi percaya bahwa setiap orang memiliki respon emosional yang berbeda terhadap suatu penyakit. Emosi ini bisa kompleks atau sulit untuk didefinisikan. Sebuah studi terkait oleh psikolog AS Paul Ekman pada tahun 1972 [2]. Hasil dari penelitian ini, emosi dasar manusia dibagi menjadi enam emosi, yaitu *happy, sad, surprised, angry, scared dan disgust*. Bersama Wallace Friesen, Ekman kemudian berusaha mengembangkan alat untuk mengukur gerakan wajah yang disebut dengan *Facial Action Coding System (FACS)*, alat yang mendeteksi eekspresi manusia dengan memetakan gerakan otot wajah ke *action unit (AU)* [3]. Berdasarkan penelitian tersebut, penulis melakukan penelitian berjudul “Implementasi *Machine Learning* pada Alat Deteksi Emosi untuk Sistem Kontrol Suhu dan Pencahayaan Ruangan”. Tugas akhir ini mencoba mengimplementasikan *machine learning* pada alat pendeteksi emosi berbasis *real-time* video dengan menggunakan mikrokontroler Arduino UNO sebagai perangkat kerasnya untuk kemudian diaplikasikan ke konsep IoT *Smarthome*. Pada tugas akhir ini menggunakan metode *machine learning* dengan algoritma *Convolution Neural Networks (CNN)* untuk pelatihan *dataset*. Kemudian *dataset* yang digunakan adalah *dataset FER2013* yang memiliki 28,709 contoh gambar data latih.

## II. KAJIAN TEORI

### a. Emosi

Emosi adalah perasaan yang memotivasi seseorang untuk melakukan tindakan, dan emosi merupakan respon terhadap suatu stimulus [1]. Emosi dapat diamati berdasarkan perubahan ekspresi mikro seseorang. Paul Ekman, psikolog peneliti Ph.D., mengatakan ekspresi wajah bersifat universal, hal ini terlihat dari kemiripan ekspresi wajah warga AS dengan ekspresi wajah warga Papua Nugini yang belum pernah menonton acara pada TV [4]. Hal ini juga dibuktikan dengan kesamaan antara ekspresi wajah yang ditunjukkan oleh orang yang buta sejak dari lahir dengan orang normal.

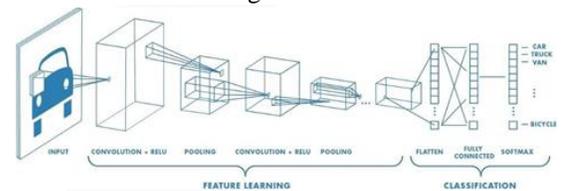
### b. Deep Learning

*Deep learning* adalah jenis *machine learning* yang melatih komputer agar dapat melakukan tugas manusia seperti deteksi suara, identifikasi gambar, dan prediksi. *Deep learning* melatih komputer untuk

belajar sendiri dengan menetapkan parameter data dasar yang relevan dan menggunakan *multi-layer perceptron (MLP)* untuk mengenali pola. *Neural network* yang memiliki layer hirarkis yang banyak atau bertumpuk-tumpuk adalah contoh penerapan *deep learning* [5].

### c. Convolutional neural network (CNN)

*Convolutional Neural Network (CNN)* merupakan algoritma klasifikasi yang digolongkan ke dalam jenis *deep learning* yang menggunakan lapisan (*layer*) konvolusi untuk mengonvolusi suatu masukan dengan filter [6]. *Convolutional Neural Network (CNN)* merupakan metode pembelajaran mesin berbasis *multi-layer perceptron (MLP)* yang dirancang untuk memproses data dua dimensi. CNN dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengenali objek dalam gambar. Dibandingkan dengan algoritma *image classification* lainnya, CNN menggunakan *preprocessing* yang relatif sedikit. Ini berarti bahwa jaringan dapat mempelajari filter yang direkayasa secara manual dalam algoritma tradisional.



Gambar 1 (Algoritma *Convolutional neural network*)

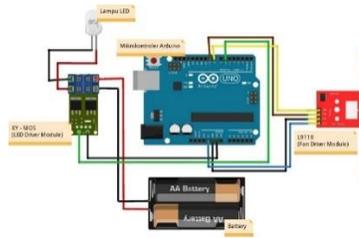
## III. METODE

### a. Desain Sistem

menjelaskan bagaimana model perangkat akan dirancang hingga menghasilkan suatu *prototype* yang kemudian akan diuji, lalu langkah selanjutnya menganalisa hasil dari pengujian *prototype* tersebut. Akses *internet* ataupun *hotspot* yang sama dibutuhkan untuk menghubungkan antara kamera pada *smartphone* Android ke PC (*Personal Computer*) melalui koneksi *IP Address* yang fungsi PC sendiri bertindak sebagai *server* serta *Operating System (OS)* sebagai media penyimpanan data hasil deteksi emosi pada pengguna (*user*). Lalu setelahnya data yang disimpan akan di-*upload* ke mikrokontroler Arduino untuk menjalankan perintah pada modul *driver* FAN serta *LED driver* untuk kontrol suhu pada ruangan dan pencahayaan ruangan sesuai dengan judul yang diangkat pada penelitian ini.



Gambar 3 (Desain sistem)



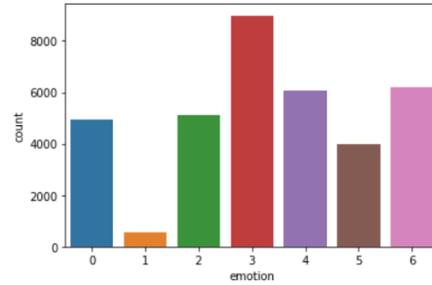
Gambar 4 (Skematik pengkabelan alat)

b. Data Penelitian



Gambar 6 (Dataset FER2013)

Dari Gambar 6 menunjukkan data yang terdiri dari Sampel gambar memiliki matriks 48×48 piksel dengan format *grayscale*, *dataset* diperoleh dari Kaggle FER2013. Pada *dataset* ini sampel gambar wajah secara otomatis telah didaftarkan sehingga posisi wajah berada di tengah dan menempati ruang yang hampir sama di setiap gambar. Fungsinya yaitu untuk mengklasifikasikan setiap sampel gambar wajah berdasarkan ekspresi yang ditunjukkan pada sampel gambar wajah ke dalam salah satu dari tujuh kategori emosi. untuk jumlah sampel gambar tiap label *dataset* akan dimuat pada tabel data latih dan data validasi sebagai berikut ini.



Gambar 7 (Populasi data pada dataset FER2013)

Tabel 1 (Data latih)

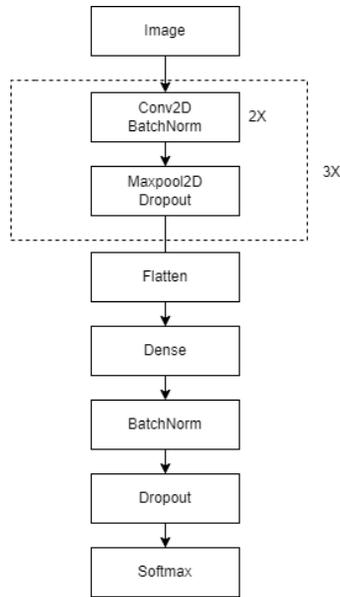
Label (Emosi)	Jumlah
Angry	3995
Disgust	436
Scared	4097
Happy	7215
Sad	4830
Surprised	3171
Neutral	4965
<b>Total</b>	<b>28709</b>

Tabel 2 (Data validasi)

Label (Emosi)	Jumlah
Angry	958
Disgust	111
Scared	1024
Happy	1774
Sad	1247
Surprised	831
Neutral	1233
<b>Total</b>	<b>7178</b>

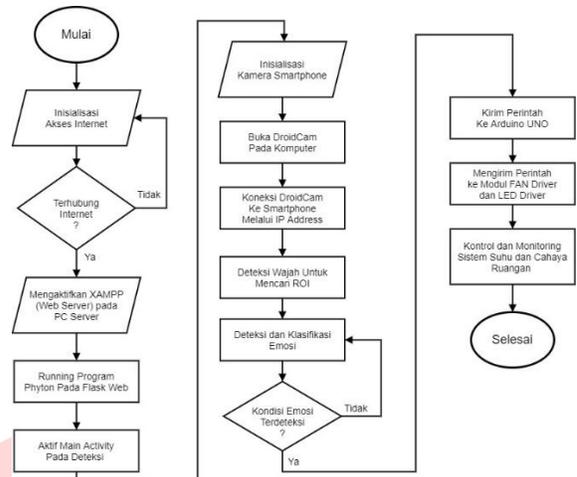
c. Perancangan Sistem Deteksi Emosi

Metode yang diajukan penulis untuk sistem deteksi emosi memiliki beberapa proses. Proses-proses yang dilakukan adalah *preprocessing* data *training* serta *data validation* dan proses *training*. Proses klasifikasi menggunakan metode *machine learning* dengan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)*.



Gambar 8 (Arsitektur deep CNN)

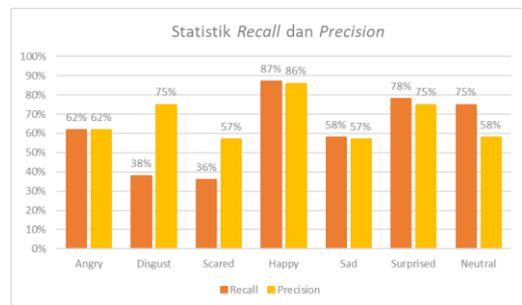
Pada gambar 8 arsitektur deep CNN terdiri dari 6 Convolution layer, 7 Batch-Normalization, 3 Pooling layer, 4 Dropout layer, 2 Fully-Connected layer (Flatten & Dense layer), dan Output layer (Softmax Classifier). Total ada 23-layer fitur pembelajaran yang diterapkan untuk training dataset dalam penelitian ini.



Gambar 10 (Flowchart sistem deteksi emosi)

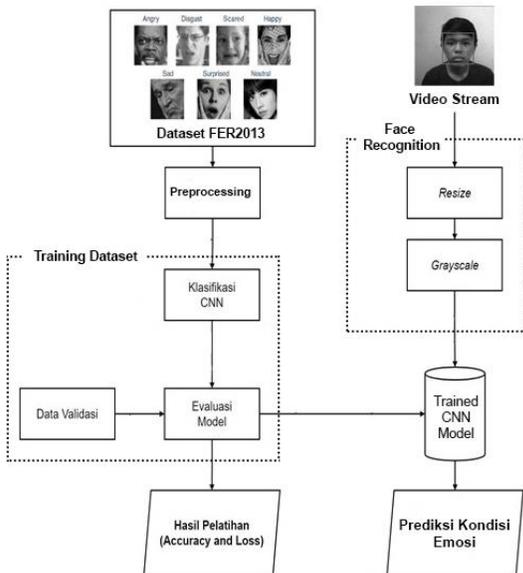
d. Pengujian Machine Learning

Pengujian machine learning dilakukan dengan cara menganalisis pengujian trained model dataset, accuracy dan loss, dan confusion matrix.

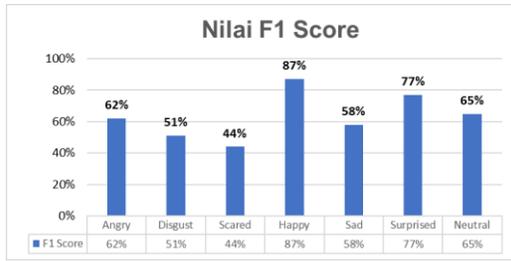


Gambar 11 (Statistik recall dan precision)

Pada gambar 11 di atas terdapat hasil precision dan recall pada tiap emosi. Precision adalah nilai positive predictive yaitu tingkat ketepatan antara informasi data yang diminta dengan informasi data yang diberikan oleh sistem, dan nilai recall yaitu tingkat keberhasilan sistem saat menemukan kembali sebuah informasi data yang juga menunjukkan tingkat true positive. Hasil rata-rata dari precision menunjukkan nilai sebesar 67% dan rata-rata recall sebesar 62%.

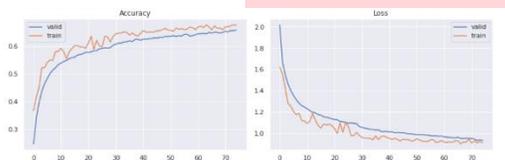


Gambar 9 (Proses sistem deteksi emosi)



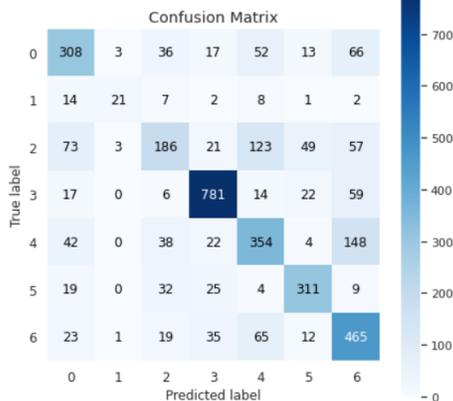
Gambar 12 (Statistik nilai F1 score)

Lalu pada gambar 12 di atas didapatkan nilai F1 score sebesar 63% di mana ini menunjukkan bahwa tingkat kedekatan antara data *private test* dengan data *training*.



Gambar 13 (Grafik model accuracy pada dataset FER-2013)

Pada gambar 13 di atas menunjukkan pergerakan akurasi yang meningkat pada grafik saat proses *training* dan *validation* berjalan. Pada dataset FER-2013 didapatkan tingkat akurasi *training* mencapai 68% dan akurasi *validation* mencapai 63% saat *epoch* ke 75. Lalu penurunan *loss* yang ditunjukkan pada grafik proses *training* dan *validation* dataset FER-2013 setiap *epoch* mengalami penurunan hingga *epoch* ke 75 lalu nilai *loss* terendah yang didapatkan mencapai 0.89 yang ditunjukkan dengan pergerakan menurun pada grafik saat *epoch* ke 67.



Gambar 14 (Grafik confusion matrix)

Gambar 14 di atas menunjukkan hasil evaluasi model dengan menggunakan *confusion matrix* pada 7 label atau label jenis emosi. Didapatkan hasil validasi dengan jumlah prediksi yang benar dengan jumlah 2426 sampel hasil validasi dengan jumlah prediksi salah yaitu 1163 sampel.

e. Pengujian Sistem

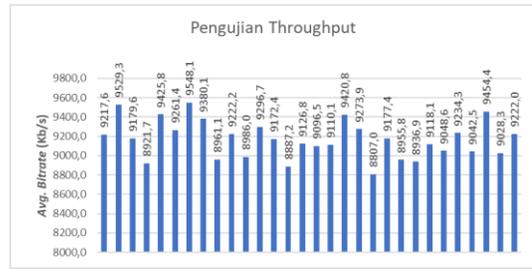
Pengujian sistem pada aplikasi dan alat deteksi emosi secara *real-time* dengan algoritma CNN. Hasil pengujian sistem dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 3 (Pengujian pada aplikasi)

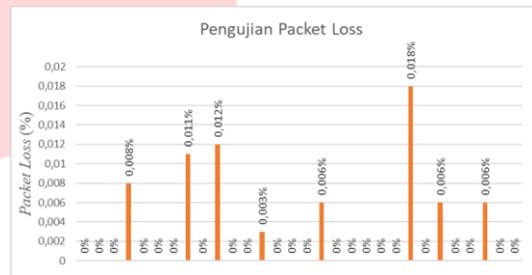
Klasifikasi Emosi	Hasil Pengujian
<b>Angry</b>	a. 94 % b. 80,08 % c. 65,06 % d. 58,67 % e. 58,09 % f. 67,51 % g. 69,47 % h. 32,14 % i. 27,77 % j. 32,3 % Klasifikasi emosi rata-rata 58,5 %
<b>Disgust</b>	a. 84,84 % b. 66,35 % c. 75,46 % d. 75,48 % e. 81,3 % f. 75,39 % g. 69,27 % h. 60,99 % i. 94,45 % j. 54,67 % Klasifikasi emosi rata-rata 73,82%
<b>Scared</b>	a. 51,85 % b. 75,66 % c. 75,6 % d. 72,38 % e. 53,73 % f. 69,38 % g. 70,98 % h. 58,08 % i. 53,33 % j. 52,26 % Klasifikasi emosi rata-rata 63,3%
<b>Happy</b>	a. 96,43 % b. 96,72 % c. 95,44 % d. 76,63 % e. 68,27 % f. 99,97 % g. 92,59 % h. 84,32 % i. 98,27 % j. 99,97 % Klasifikasi emosi rata-rata 90,8%
<b>Sad</b>	a. 55,52 % b. 61,06 % c. 62,31 %

	d. 56,44 % e. 64,99 % f. 52,13 % g. 71,16 % h. 51,45 % i. 55,79 % j. 64,13 % Klasifikasi emosi rata-rata 59,5%
<b>Surprised</b>	a. 58,41 % b. 41,84 % c. 78,87 % d. 47,53 % e. 69,95 % f. 77,98 % g. 56,03 % h. 94,24 % i. 81,97 % j. 85,72 % Klasifikasi emosi rata-rata 69,2%
<b>Neutral</b>	a. 63,38 % b. 76,46 % c. 62,42 % d. 85,74 % e. 88,15 % f. 50,7 % g. 92,03 % h. 70,38 % i. 84,28 % j. 77,43 % Klasifikasi emosi rata-rata 75,1%

dilakukan untuk mendapatkan nilai dari parameter QoS yaitu berupa *throughput*, *packet loss*, dan *delay*.



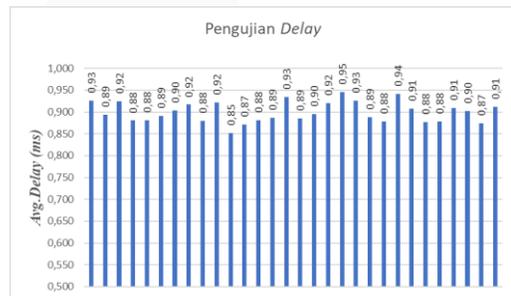
Gambar 15 (Statistik hasil penguujian *throughput*)



Gambar 16 (Statistik hasil penguujian *packet loss*)

Tabel 4 (Hasil Penguujian pada alat)

No	Deteksi Emosi	Putaran Kipas	Intensitas Cahaya LED	Hasil Penguujian
1	<i>Angry</i>	Pelan	Redup	Sesuai
2	<i>Disgust</i>	Sedang	Sedang	Sesuai
3	<i>Scared</i>	Sedang	Sedang	Sesuai
4	<i>Happy</i>	Kencang	Terang	Sesuai
5	<i>Sad</i>	Pelan	Redup	Sesuai
6	<i>Surprised</i>	Pelan	Redup	Sesuai
7	<i>Neutral</i>	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Sesuai



Gambar 17 (Statistik hasil penguujian *delay*)

f. Pengukuran QoS

Penguujian *Quality of Service* (QoS) dilakukan menggunakan *software* wireshark rentan waktu pengambilan data selama ± 30 detik. Untuk penguujian dilakukan pada jaringan Wi-Fi pada saat video *streaming* (transmisi data antara kamera *smartphone* dan PC) proses *input* kondisi emosi. Penguujian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penguujian akan diukur seberapa besar tingkat keberhasilan aplikasi yang dirancang dalam melakukan analisis pengklasifikasian deteksi emosi wajah secara *realtime*. Hasil dari penguujian *trained* model *dataset* yang telah dilatih menggunakan algoritma CNN dengan arsitektur *Deep CNN* didapatkan hasil rata-rata *precision* 67% dan untuk hasil rata-rata *recall* sebesar 62%. Adapun hasil *Accuracy* yang didapatkan pada penguujian yaitu 68% sementara hasil yang didapatkan rata-rata *F1 score* adalah 63%. Akurasi dapat digunakan ketika distribusi populasi pada jumlah label seimbang atau memiliki nilai serupa pada tiap labelnya, sementara *F1 score* adalah metrik yang lebih baik ketika ada jumlah label

yang tidak seimbang seperti dataset yang kita gunakan. Dalam klasifikasi ada distribusi label yang tidak seimbang dan dengan demikian F1 *score* adalah metrik yang lebih baik digunakan untuk mengevaluasi model. Hasil dari pengujian aplikasi deteksi emosi pada penelitian ini mendapatkan nilai rata-rata tingkat kecocokan sampel uji dengan *trained model dataset* yang telah dilatih sebesar 70,03 %. Adapun hasil perhitungan QoS untuk video *streaming* saat transmisi data dari kamera *smartphone* ke alat deteksi emosi dengan protokol TCP dengan nilai rata-rata *throughput* sebesar 9168,1 Kb/s. Sedangkan untuk *packet loss* sebesar 0,002% dan nilai rata-rata *delay* sebesar 0,899600339 ms. Hasil perhitungan QoS dikategorikan sangat bagus mengacu pada standarisasi TIPHON.

## V. KESIMPULAN

Hasil desain dan implementasi pada alat deteksi emosi dalam memantau perubahan emosi dijalankan menggunakan kamera *smartphone* yang telah terhubung dengan aplikasi *droidcam* dengan laptop atau PC melalui koneksi Wi-Fi yang sama, selanjutnya dengan melakukan *face recognition* pada aplikasi akan mendeteksi sampel wajah dan klasifikasi *real time*, dengan menampilkan hasil deteksi emosi wajah pada kotak *probabilities*, yang di mana hasil pengujian telah berhasil dan pada sistem dengan menampilkan *main activity* berupa persentase hasil pembacaan deteksi emosi si pengguna. Implementasi *machine learning* terhadap *trained model dataset* yang digunakan untuk aplikasi dan alat deteksi emosi menunjukkan penurunan *loss* saat proses *training* dan *validation dataset* FER2013 setiap *epoch* mengalami penurunan hingga *epoch* ke 75 dan nilai *loss* terendah yang didapatkan mencapai 0.89, hal ini ditunjukkan pada pergerakan grafik pengujian *accuracy* dan *loss* yang membuktikan implementasi *machine learning* dengan algoritma CNN menggunakan arsitektur *Deep CNN* yang dipakai pada penelitian ini, berpengaruh dalam mengurangi tingkat *loss* pada *data training* dan *validation*. Implementasi IoT pada sistem alat pendeteksi emosi berbasis *machine learning* ini berhasil, di mana data hasil pembacaan deteksi emosi yang menjadi perintah untuk mengontrol pencahayaan dan suhu ruangan juga disimpan dalam *database* dan akan dienkripsi, kemudian data dari hasil pembacaan deteksi emosi juga dapat dipantau melalui antarmuka *web (local server)*.

## REFERENSI

- [1] D. Goleman, *Kecerdasan emosional*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2001.
- [2] P. Ekman, *Universals and cultural differences in facial expressions of emotion*. Lincoln: University of Nebraska Press, 1971.
- [3] Y. Tong, W. Liao and Q. Ji, "Facial Action Unit Recognition by Exploiting Their Dynamic and Semantic Relationships", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 29, no. 10, pp. 1-17, 2007.
- [4] P. Ekman, *Nonverbal Messages: Cracking the Code*. Paul Ekman Group, 2016.
- [5] M. Ghifary, "(Deep) Convolutional Neural Networks – Part 1", *Gif's note*, 2022. [Online]. Available: <https://ghifar.wordpress.com/2015/07/21/deep-convolutional-neural-networks-part-1>. [Accessed Jun. 23, 2021].
- [6] Q. LINA, "Apa itu Convolutional Neural Network?", *Medium*, 2019. [Online]. Available: <https://medium.com/@16611110/apa-itu-convolutional-neural-network-836f70b193a4>. [Accessed Jun. 20, 2021].