

Fusi Algoritma K-Means dan CNN untuk Klasifikasi Emosi pada Anak

K-Means and CNN Algorithm Fusion for Children Emotion Classification

Fildzah Aure¹, Rika Rokhana², Riyanto Sigit³, Bima Sena Bayu Dewantara⁴

^{1,2}Departemen Teknik Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

^{3,4}Departemen Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

E-mail: ¹auregehara24@gmail.com, ²rika@pens.ac.id, ³riyanto@pens.ac.id, ⁴bima@pens.ac.id

Abstrak

Emosi adalah perasaan yang diarahkan pada seseorang ataupun sesuatu yang bisa menyebabkan seseorang bertindak atau mengekspresikan diri dan dapat dipicu secara internal ataupun eksternal. Ekspresi wajah merupakan salah satu cara termudah untuk mengetahui emosi seseorang, namun terkadang seseorang dapat mengontrol dan memanipulasi ekspresi wajah mereka sehingga tidak sesuai dengan apa yang dialami. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem yang dapat mengidentifikasi emosi anak tidak hanya berdasarkan wajah tetapi juga berdasarkan perubahan kondisi tubuhnya. Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi *Convolutional Neural Network* (CNN) dan juga metode klusterisasi K-Means. Penggunaan 2 metode pada penelitian ini berfungsi untuk memperkuat akurasi sistem. Metode K-Means digunakan untuk mengidentifikasi emosi berdasarkan detak jantung dan konduktivitas kulit sedangkan Metode CNN digunakan untuk mengidentifikasi emosi berdasarkan ekspresi wajah. Hasil yang diperoleh dari kedua metode tersebut akan diproses menggunakan metode fusi yang aturannya disesuaikan berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran, sehingga dapat diprediksi emosi pada anak berdasarkan parameter detak jantung, ekspresi wajah, dan konduktivitas kulit. Anak dengan umur 6 hingga 12 tahun digunakan sebagai subjek pada penelitian ini. Dari penelitian ini berhasil didapatkan hasil prediksi emosi anak dengan akurasi keberhasilan sebesar 80%.

Kata kunci: CNN, Deteksi Emosi, GSR, Heart Rate, K-Means

Abstract

An emotion is a feeling directed at someone or something, someone may act or express themselves, and it may be caused internally or externally. Facial expressions are one of the easiest ways to recognize a person's emotions, but in some cases, people control or manipulate their facial expressions so that they don't match their experience. Therefore, in this research, we developed a system that can identify emotions from changes of a child's facial expression and body condition. This work uses convolutional neural network (CNN) classification and K-Means clustering methods. This research used two ways to improve the accuracy of the system. The K-Means method identifies emotions based on heart rate and skin conductance, while the CNN method identifies emotions based on facial expressions. By processing the results obtained with two techniques using a fusion technique with adjusted rules based on the results of observations and measurements, parameters such as heart rate, facial expression, and skin conductivity can be used to analyze the child can predict the emotions of the subjects of this study were children aged 6 to 12 years. From this research it was successful in getting the results of predicting children's emotions with a success accuracy of 80%.

Keywords: CNN, Emotion Detection, GSR, Heart Rate, K-Means

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sosial, emosi merupakan faktor penting setiap orang. Berkembangnya ketersediaan perangkat elektronik menyebabkan beberapa penelitian terkait emosi meningkat [1]. Emosi adalah salah satu permasalahan yang cepat mempengaruhi masyarakat dan memiliki dampak negatif [2]. Emosi dasar manusia dibagi menjadi emosi positif dan negatif. Emosi positif merupakan respons terhadap suatu stimulus dalam situasi positif yang menimbulkan perasaan senang atau gembira. Emosi negatif adalah respons yang dihasilkan dari stimulus dalam konteks negatif, seperti kemarahan, kebencian, atau rasa jijik [3]. Tidak hanya orang dewasa saja yang mengalami emosi, bahkan saat masih anak-anak emosi seperti marah, sedih, cemas, takut, dan gembira pun dapat dirasakan [4].

Permasalahan dalam masyarakat saat ini adalah seringnya orang tua bersikap kasar kepada anaknya karena anak tersebut memiliki sifat-sifat yang tidak sesuai dengan apa yang diharapkan oleh orang tua. Masih ada juga yang menganggap karakter anak satu dan lainnya sama sehingga membuat anak merasa tidak nyaman terhadap sesuatu seperti yang terjadi pada beberapa guru. [5]. Menurut orang tua dan guru, anak dengan masalah atau penyimpangan emosi seperti sulit mengendalikan amarah, suka berkelahi, bahkan melakukan *bullying* merupakan hal yang wajar dan hanya menggambarkan perlakuan tersebut sebagai bentuk kenakalan, bahkan orang tua dan guru juga sering kali memberi peringatan teman sebayanya agar berhati-hati dan menjauhinya. Hal tersebut bukanlah solusi yang tepat, Efek inilah yang akan menjadikan permasalahan bagi perkembangan perilaku anak menjadi semakin parah dan akan berlangsung hingga dewasa [6]. Karena pernyataan emosional tidak selalu tampak jelas, terdapat tanda-tanda lain yang diwujudkan dalam gerakan tubuh dan ekspresi wajah bahkan terkait dengan kejadian kardiovaskular, seperti perubahan detak jantung dan munculnya keringat dingin yang melimpah di tangan sehingga mempengaruhi konduktivitas kulit manusia. [7].

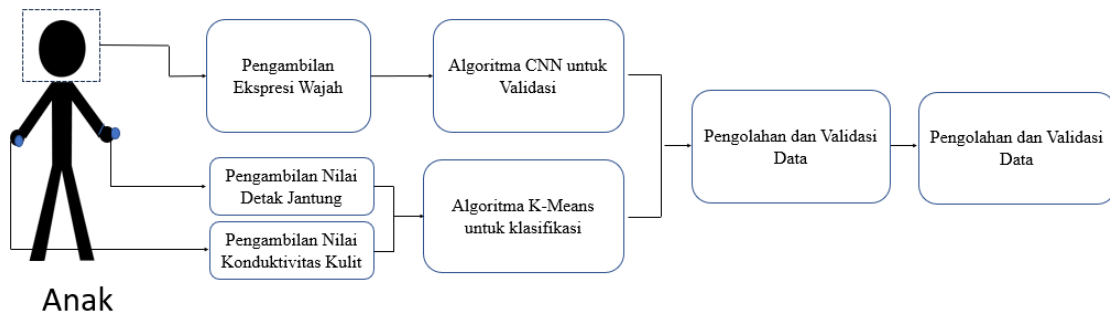
Penelitian untuk memprediksi emosi manusia berdasarkan kondisi tubuh sudah dilakukan seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Mikael Menard yang memprediksi emosi marah, jijik, takut, gembira, terkejut, dan sedih berdasarkan 2 parameter yaitu detak jantung dan konduktivitas kulit [8]. Penelitian prediksi emosi berdasarkan kondisi tubuh dikembangkan seperti penelitian yang dilakukan oleh Alexandra Cernian yang memprediksi emosi *happy, sad, nervous, dan bored* pada orang dewasa berdasarkan 3 parameter yaitu suhu tubuh, detak jantung, serta konduktivitas kulit [9]. Selanjutnya, penelitian terkait prediksi emosi berdasarkan kondisi tubuh dikembangkan kembali dengan menambahkan beberapa parameter lain seperti penelitian yang dilakukan oleh Trisha Paul, yang melakukan penelitian prediksi emosi pada 16 subjek berdasarkan 4 parameter yaitu detak jantung, konduktivitas kulit, suhu tubuh, serta sinyal EEG [10]. Cara memprediksi emosi paling mudah adalah menggunakan ekspresi wajah. Dengan berkembangnya teknologi, ekspresi wajah seseorang dapat diklasifikasi dengan menggunakan *Machine Learning* Seperti pada penelitian [11] [12] [13].

Penelitian ini mengajukan sebuah sistem untuk mengklasifikasi emosi pada anak dengan berdasarkan nilai detak jantung dan konduktivitas kulit yang di kluster menggunakan metode K-Means dan akan difusikan dengan hasil analisis citra wajah yang diproses menggunakan metode CNN. Sistem ini akan membaca 4 jenis emosi yaitu netral, senang atau gembira, sedih, dan marah pada anak berusia 6-12 tahun. Diharapkan sistem ini dapat membantu guru dan orang tua dalam mengidentifikasi emosi anak.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dibangun sistem deteksi emosi pada anak menjadi 4 kelompok emosi yaitu marah, senang, sedih, dan netral dengan menggunakan metode K-Means untuk mengolah data dari detak jantung dan konduktivitas kulit serta metode CNN untuk mengolah data ekspresi wajah menggunakan Python dan ditampilkan pada GUI. Seluruh proses *learning* pada penelitian ini dilakukan menggunakan laptop yang memiliki spesifikasi prosesor AMD Ryzen™ 7 4800H,

RAM 8GB, Webcam 720p HD kamera dengan menggunakan software PyCharm Community Edition 2021.2.1.

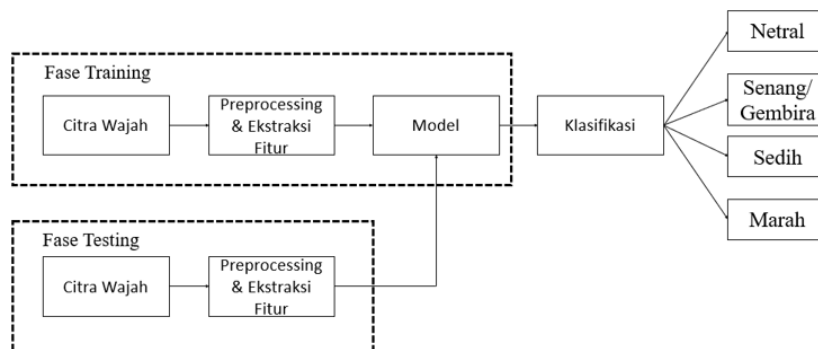


Gambar 1 Skema Penelitian

Sistem ini akan mengambil 3 data yaitu data detak jantung, data konduktivitas kulit, serta data ekspresi wajah pada setiap anak dengan menggunakan sensor MAX30102 untuk parameter detak jantung, sensor Groove GSR untuk parameter konduktivitas kulit, serta *webcam* yang digunakan untuk mengambil data ekspresi wajah pada anak. Pengukuran ketiga parameter ini dilakukan secara bersamaan. Pengukuran detak jantung dan konduktivitas kulit ini dapat dilakukan dengan cara memasang masing-masing sensor di jari anak yang akan digunakan sebagai objek penelitian. Untuk *webcam* menggunakan *webcam* dari laptop sehingga dapat merekam ekspresi anak secara *real time* sehingga dapat mengambil ekspresi anak sesuai dengan emosi yang dirasakan.

Data yang diperoleh dari sensor detak jantung dan sensor GSR diolah dan dikelompokkan untuk mengetahui kluster emosinya dengan menggunakan metode K-Means. Hasil klusterisasi tersebut dikirimkan menggunakan *py.serial* untuk difusikan dengan hasil klasifikasi menggunakan metode CNN yang didapat dari penangkapan ekspresi wajah. Hasil klasifikasi emosi nantinya akan ditampilkan pada GUI sehingga *user* dapat mengetahui jenis emosi apa saja yang dialami oleh responden.

2.1 Klasifikasi dengan Metode CNN

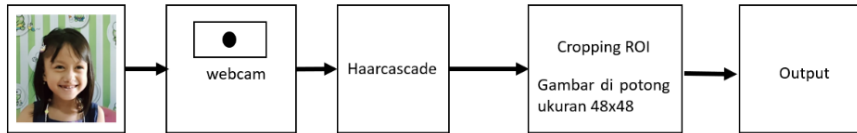


Gambar 2 Perancangan Klasifikasi Ekspresi Wajah

Klasifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah metode *Convolution Neural Network* (CNN). Metode CNN merupakan salah satu metode *deep learning* yang sering digunakan dalam sebuah pengenalan citra. Selain untuk pengenalan citra, metode CNN juga sering digunakan dalam proses klasifikasi karena tingkat keberhasilannya yang tinggi [14] [15] [16]. Metode CNN pada penelitian ini digunakan untuk mengklasifikasi data ekspresi wajah kedalam beberapa jenis emosi seperti yang tampak pada Gambar 2.

a) Pengambilan dan Pengumpulan Dataset Ekspresi Anak

Dataset yang digunakan untuk klasifikasi emosi pada anak berdasarkan ekspresi citra wajah. Data citra wajah dalam penelitian ini diperoleh dari pengambilan citra secara langsung (*real time*) menggunakan *webcam internal* yang ada pada laptop. Untuk mendeteksi area wajah responden pada sampel gambar yang diambil, digunakan metode *Haarcascade* dan dilakukan *cropping* pada area wajah. Diagram blok dari proses pengambilan dataset disajikan pada Gambar 3.

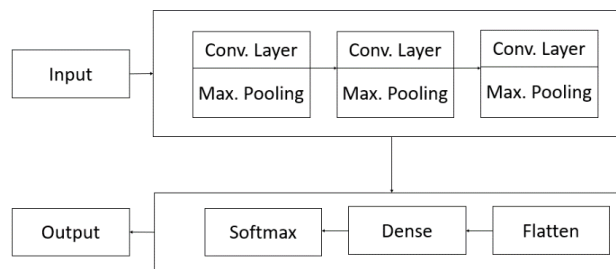


Gambar 3 Blok Diagram Pengambilan Dataset dengan Webcam

Dari hasil pengumpulan dataset tersebut ditetapkan sebanyak 10 anak dan setiap anak diambil 500 citra sehingga jumlah citra yang akan digunakan dalam penelitian ini sebanyak 5000 citra wajah anak.

b) Arsitektur

Secara garis besar arsitektur CNN memiliki 3-layer secara umum seperti *Convolutional Layers*, *Max Pooling Layers*, dan *Fully Connected Layers* [17]. Arsitektur yang digunakan pada penelitian ini disajikan seperti yang ada pada Gambar 4.



Gambar 4 Arsitektur CNN

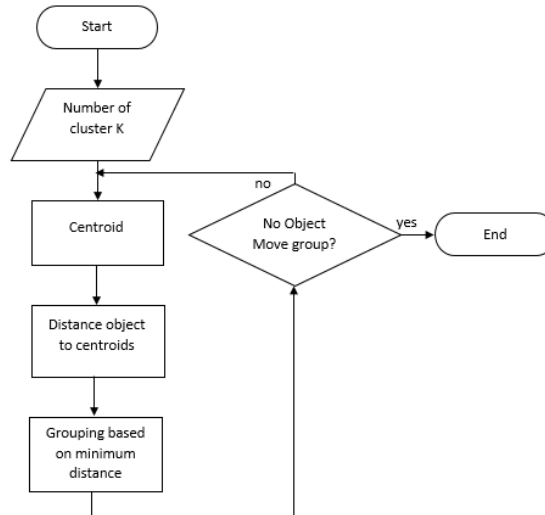
Lapisan awal yang disebut lapisan *convolutional* digunakan untuk mengekstrak fitur citra wajah. Sebagian besar komputasi dilakukan di lapis ini. Ukuran citra masukan dapat dinyatakan sebagai $W_1 \times h_1 \times d_1$ dimana w_1 dan h_1 merupakan lebar dan tinggi citra sedangkan d_1 merupakan jumlah kanal warna (dalam CNN disebut *depth* atau kedalaman citra masukan). *ReLU layer* atau lapisan *Rectified Linear Units* merupakan suatu fungsi aktivasi yang digunakan untuk menormalisasikan nilai yang dihasilkan *convolutional layer*, menggunakan Persamaan 1.

$$f(x) = \max(0, x) \tag{1}$$

Lapisan *pooling* atau *pooling layer* akan melakukan reduksi sample untuk menjaga ukuran data ketika *convolution* dilakukan. Umumnya proses *pooling* dilakukan menggunakan *maxpooling* yang mengambil nilai maximum dari suatu area tertentu. Lapisan *Fully Connected* merupakan matriks satu dimensi yang berfungsi untuk pemetaan input pada beberapa node yang terkandung dalam *Fully Connected layer*. Lapisan *Fully Connected* biasanya menggunakan fungsi *softmax* untuk membatasi rentang nilai keluaran 0 hingga 1 sehingga memungkinkan untuk memperlakukannya sebagai probabilitas. Kelas dari data input merupakan node dengan peluang yang maximum [18].

2.2 Klusterisasi dengan Metode K-Means

Klusterisasi dilakukan menggunakan algoritma K-Means untuk mengkluster data berupa detak jantung dan konduktansi kulit sehingga mendapatkan titik *centroid* untuk setiap jenis emosi. Klusterisasi K-Means adalah suatu metode analisis yang permodelannya dilakukan tanpa pengawasan (*unsupervised*) dan metode pengelompokan data menggunakan sistem partisi [19] [20]. *Flowchart* tahapan proses algoritma K-Means disajikan seperti Gambar 5.



Gambar 5 Klusterisasi Menggunakan Metode K-Means

Proses perhitungan menggunakan algoritma K-Means dijelaskan sebagai berikut:

- Jumlah K(Kluster) yang akan dibentuk ditentukan terlebih dahulu.
- Titik pusat kluster atau K- *centroid* akan dibangkitkan secara random.
- Jarak setiap data akan dihitung terhadap tiap *centroid* menggunakan perhitungan jarak Euclidean seperti pada Persamaan 2

$$D(x_i, \pi_i) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \pi_i)^2} \quad (2)$$

Keterangan:

D (x_i, π_i) = Jarak kluster n dengan pusat kluster π pada kata ke-i

X_i = bobot kata ke i pada kluster yang ingin dicari jaraknya

π_i = bobot kata ke- i pada pusat kluster

- Data berdasarkan jarak terdekat antara data dengan *centroid* selanjutnya dikelompokkan.
- Nilai *centroid* baru ditentukan dengan cara menghitung *average* dari kluster yang bersangkutan menggunakan perhitungan seperti pada Persamaan 3:

$$C_k = \frac{1}{n_k} \sum d_i \tag{3}$$

Keterangan :

n_k = jumlah data dalam kluster k

d_i = jumlah dari nilai jarak yang masuk dalam setiap kluster

- f. Setelah mendapatkan nilai *centroid* baru, maka perlu melakukan perulangan dari langkah c sampai e hingga tidak ada yang berubah pada anggota tiap kluster.

Pada penelitian ini, data pengukuran konduktansi kulit dan detak jantung yang dikumpulkan sebagai basis data diolah menggunakan *code block* untuk mendapatkan nilai *centroid* pada setiap jenis emosi. Setelah diketahui hasil *centroid* tetapnya maka nilai *centroid* tersebut dimasukkan pada program di *mikrokontroler* Arduino Mega 2560 sebagai range. Pada program Arduino dituliskan rumus seperti yang tersaji pada Gambar 6 dimana dc_0 , dc_1 , dc_2 , dan dc_3 untuk perhitungan tiap emosi. Untuk mempermudah pemrograman penentuan jenis emosi setiap dc perlu disesuaikan dengan nilai *centroid* yang dimasukkan kedalam rumus Euclidean. Dalam penelitian ini *centroid* 0 merupakan emosi marah, *centroid* 1 merupakan emosi senang, *centroid* 2 merupakan emosi netral, dan *centroid* 3 merupakan emosi netral.

```
dc0 = sqrt(pow((hr - centroid[0][0]), 2) + pow((gsr - centroid[0][1]), 2));
dc1 = sqrt(pow((hr - centroid[1][0]), 2) + pow((gsr - centroid[1][1]), 2));
dc2 = sqrt(pow((hr - centroid[2][0]), 2) + pow((gsr - centroid[2][1]), 2));
dc3 = sqrt(pow((hr - centroid[3][0]), 2) + pow((gsr - centroid[3][1]), 2));
```

Gambar 6 Rumus Euclidean Pada Arduino

2.3 Fussion Metode K-Means dan Metode CNN

Klusterisasi emosi menggunakan metode K-Means dan klasifikasi menggunakan metode CNN sering kali menghasilkan hasil yang berbeda sehingga diperlukan adanya metode pengambilan keputusan. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan fusi antara kedua metode tersebut. Proses fusi dilakukan dengan membuat *rule* kesimpulan berdasarkan hasil klasifikasi emosi yang didapat dari masing-masing metode seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rule Klasifikasi Emosi Berdasarkan 3 Parameter

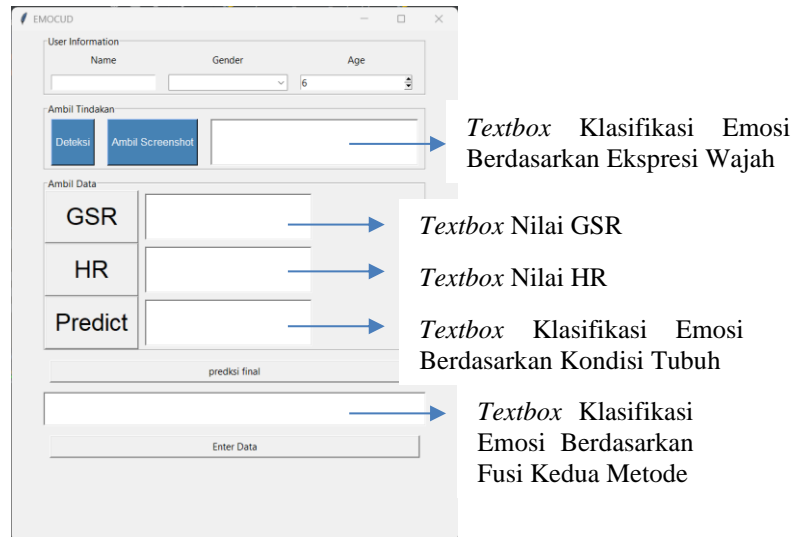
Klusterisasi Emosi Menggunakan K-Means	Klasifikasi Emosi Menggunakan CNN			
	Senang / Gembira	Netral	Sedih	Marah
Senang	Senang	Senang	Netral	Marah
Netral	Senang	Netral	Sedih	Marah
Sedih	Netral	Sedih	Sedih	Marah
Marah	Senang	Marah	Sedih	Marah

2.4 Desain GUI

Semua model terbaik yang telah diuji baik berdasarkan detak jantung, konduktivitas kulit, maupun ekspresi wajah digabungkan menjadi satu untuk di implementasikan menjadi suatu sistem deteksi emosi pada anak. Model dari kedua metode akan digabungkan menjadi satu untuk ditampilkan pada GUI.

Gambar 7 menyajikan tampilan awal GUI yang memiliki beberapa *frame* yaitu *frame user information*, *ambil tindakan*, dan *ambil data*. *Frame user information* berfungsi untuk menampilkan informasi *user* yang berisi nama, gender, dan juga umur. *Frame* *ambil tindakan*

memiliki 2 *button* yaitu *button* deteksi dan juga *button* ambil *screenshot*. *Button* deteksi berfungsi untuk memproses program klasifikasi emosi berdasarkan ekspresi wajah yang sudah diproses menggunakan metode CNN. Hasil emosi yang terdeteksi akan ditampilkan pada *textbox* klasifikasi emosi berdasarkan wajah. Untuk *button* ambil *screenshot* merupakan fitur tambahan yang digunakan untuk mengambil gambar layer secara *fullscreen*. *Frame* ambil data berfungsi untuk menampilkan nilai GSR, nilai HR, serta hasil klasifikasi berdasarkan detak jantung dan konduktivitas kulit yang sudah diproses menggunakan metode K-Means. Hasil dari *fusion* antara metode K-Means dan metode CNN menghasilkan satu prediksi emosi yang ditampilkan pada *textbox* klasifikasi emosi berdasarkan fusi kedua metode.



Gambar 7 Tampilan GUI

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Dataset Retrieval Berdasarkan Ekspresi Wajah

Klasifikasi emosi berdasarkan ekspresi wajah diproses menggunakan metode CNN. Penelitian ini menguji beberapa *dataset* yang ada untuk mendapatkan nilai akurasi yang terbaik. Beberapa *dataset* yang digunakan adalah *dataset* yang ada pada Kaggle yaitu FER-2013 dengan total citra sebanyak 26.217, *dataset* berdasarkan pengambilan citra dari *webcam* dengan total citra keseluruhan sebanyak 20.000, serta *dataset* campuran yang berasal dari citra terpilih antara *dataset* Kaggle dengan *dataset* yang diambil sendiri menggunakan *webcam*, dengan total citra sebanyak 39.160. Keseluruhan *dataset* yang digunakan merupakan gambar hitam putih dengan ukuran *pixel* 48 x 48.

a) Dataset FER 2013

Penelitian ini menggunakan 4 emosi yang ada pada *dataset* FER-2013 dengan total citra sebanyak 26.217 dengan rincian masing-masing emosi terdiri dari 4953 citra wajah anak untuk emosi marah, 8989 untuk emosi senang, 6198 untuk emosi netral, dan 6077 untuk emosi sedih.

b) Dataset Pengambilan Citra Melalui Webcam

Dataset ini didapatkan dari pengambilan pada anak umur 6-12 tahun secara langsung menggunakan *webcam* internal yang ada pada laptop dengan menggunakan bahasa pemrograman Python. Total citra yang digunakan pada percobaan ini adalah 20.000 dengan pembagian menjadi 4 jenis emosi, yang masing-masing emosi terdiri dari 5000 citra wajah anak.

Saat melakukan pengambilan *dataset* berdasarkan ekspresi wajah. Metode *Haarcascade frontalface* dan metode *cropping* dengan menggunakan *Region of Interest (ROI)* digunakan agar data yang didapat benar-benar sesuai dan berfokus pada ekspresi wajah. Semua data yang terdeteksi menggunakan *haarcascade* dilakukan *resize* terhadap 1 dimensi *size* yang sama yaitu *48x48 pixel*, dan citra yang di dapat akan berupa citra *greyscale*. *Dataset* yang sudah diambil akan dikumpulkan dalam satu folder, seperti yang tampak pada Gambar 8.



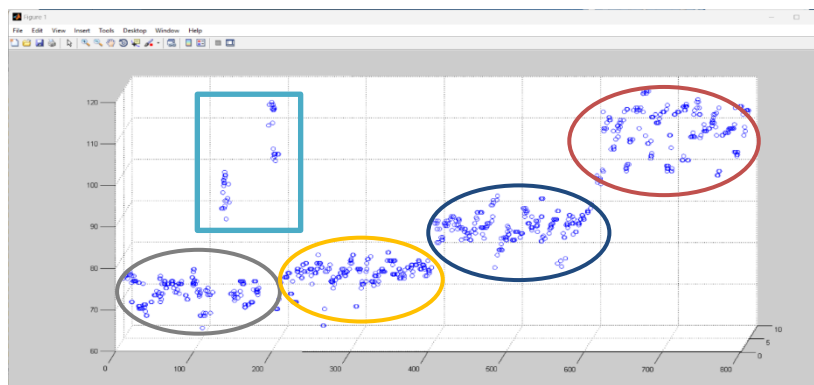
Gambar 8 Hasil Penyimpanan Dataset

c) Dataset Campuran Antara Dataset FER 2013 dan Pengambilan Sendiri

Untuk mencari nilai akurasi yang terbaik maka dilakukan juga pengujian dengan menggabungkan kedua *dataset*. *Dataset* FER-2013 digabungkan dengan *dataset* yang diambil sendiri sehingga didapatkan total citra 39.160 dengan 4 jenis emosi yaitu senang, sedih, marah, dan netral. Dengan total citra sebesar 9.790 untuk masing-masing emosi. Dengan rincian data 4.790 citra diambil dari *dataset* FER-2013 dan 5000 citra diambil dari *dataset* yang dikumpulkan sendiri.

3.2 Dataset Retrieval Berdasarkan Kondisi Tubuh

Data yang dikumpulkan berjumlah 800 data yang terdiri dari 2 parameter yaitu detak jantung dan konduktivitas kulit. Data tersebut diperoleh dengan melakukan percobaan pada 10 anak sebanyak 4 kali dan dikumpulkan 20 data dari tiap anak untuk tiap kondisi. Dari hasil pengambilan data detak jantung dan konduktivitas kulit menggunakan beberapa stimulus pembangkit emosi disajikan pada Gambar 9.



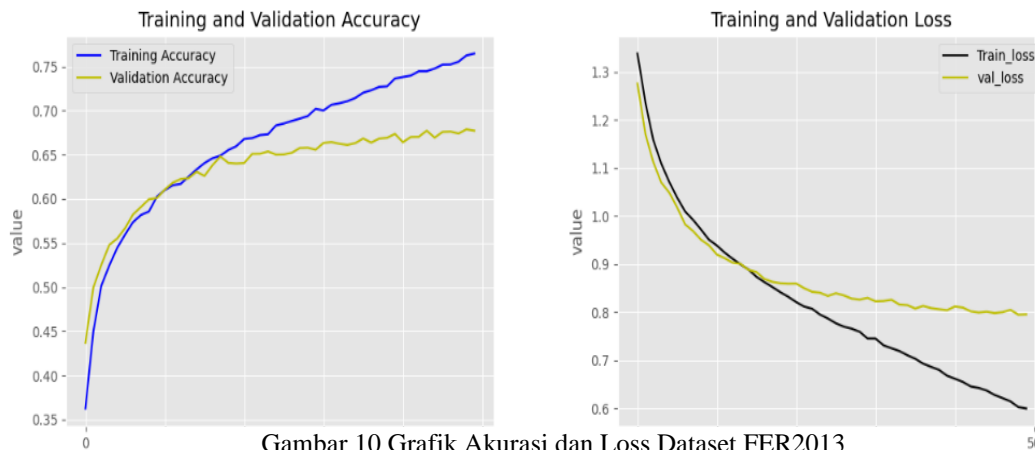
Gambar 9 Hasil Pengambilan Data HR dan GSR

Pada penelitian ini, anak diberi rangsangan berupa permainan dan beberapa video yang sudah disiapkan untuk mengidentifikasi emosi marah, senang, netral, dan sedih. Untuk mendapatkan emosi netral, tidak ada pembangkit emosi yang diberikan pada anak. Emosi netral diambil untuk mengetahui perbedaan nilai emosi dari kondisi normal ke kondisi emosi lainnya.

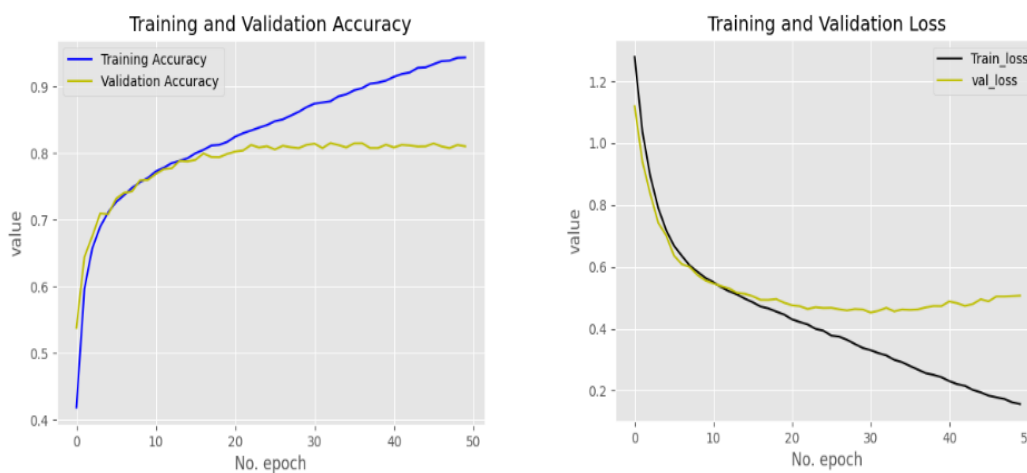
Pada Gambar 9 terlihat bahwa data 0-200 merupakan kumpulan data konduktansi kulit dan detak jantung anak sebelum diberi stimulus video apapun. Data 200-400 merupakan data konduktansi kulit dan detak jantung anak saat diberikan video untuk membangkitkan emosi senang atau gembira. Data 400-600 merupakan data konduktansi kulit dan detak jantung anak saat diberikan video untuk membangkitkan emosi sedih. Data 600-800 merupakan data detak jantung dan konduktivitas kulit anak saat diberikan suatu permainan yang dapat membangkitkan emosi marah. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa masih terdapat data yang berada diluar kelompok seperti yang ditandai dengan kotak berwarna toska. Selain itu, pengambilan emosi netral dan emosi senang sangatlah berdekatan sehingga diperlukan suatu metode yang dapat mencari titik *centroid* dari masing-masing jenis emosi oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode K-Means.

3.3 Klasifikasi Emosi Berdasarkan Ekspresi Wajah

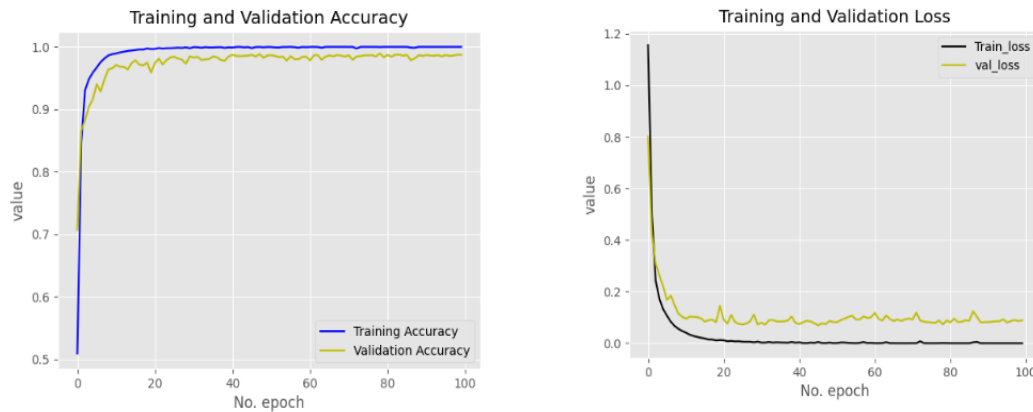
Dalam proses *learning*, beberapa *dataset* diuji untuk mengetahui nilai akurasi terbaik. Semua *dataset* terbagi menjadi data *training* dan data testing dengan komposisi 8:2. Setiap *dataset* ekspresi wajah diproses menggunakan metode CNN dengan 3 lapis konvolusi. Hasil *accuracy* proses pembelajaran arsitektur CNN menggunakan beberapa *dataset* pada saat menggunakan 3 *Convolution Layer* disajikan pada Gambar 10 hingga Gambar 12.



Gambar 10 Grafik Akurasi dan Loss Dataset FER2013



Gambar 11 Grafik Akurasi dan Loss Dataset Campuran



Gambar 12 Grafik Akurasi dan Loss Pengambilan Dataset Sendiri

Berdasarkan grafik yang tersaji dalam Gambar 10 hingga Gambar 12 dapat diamati bahwa nilai akurasi terbaik didapatkan pada saat menggunakan *dataset* yang diambil sendiri berdasarkan ekspresi wajah anak secara *real time* menggunakan *webcam*. Pada pengujian ini akurasi training dan akurasi validasi tertinggi diperoleh pada saat menggunakan *dataset* yang diambil sendiri dengan epoch 100. Dengan epoch 100 didapatkan akurasi latih sebesar 99% atau hampir sempurna dan akurasi validasi sebesar 90%. Sehingga, model ini lah yang akan ditanamkan untuk mengklasifikasikan emosi secara *real time* menggunakan kamera pada laptop.

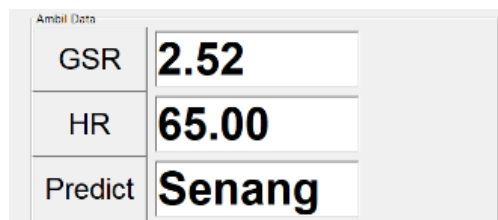
3.4 Klasifikasi Emosi Berdasarkan Kondisi Tubuh

Data konduktansi kulit dan detak jantung anak, didapatkan menggunakan sensor MAX30102 dan sensor GSR Groove kemudian diproses menggunakan metode K-Means untuk mendapatkan nilai *centroid* untuk tiap jenis emosi. Dari hasil pengujian didapatkan nilai *centroid* untuk masing-masing emosi seperti yang tampak pada Gambar 13.

```
centroid [0][0] = 110.12796208530807;
centroid [0][1] = 5.483412322274882;
centroid [1][0] = 70.03883495145631;
centroid [1][1] = 2.5436893203883493;
centroid [2][0] = 77.13059701492537;
centroid [2][1] = 2.6641791044776117;
centroid [3][0] = 89.5137614678899;
centroid [3][1] = 3.4541284403669725;
```

Gambar 13 Nilai Centroid

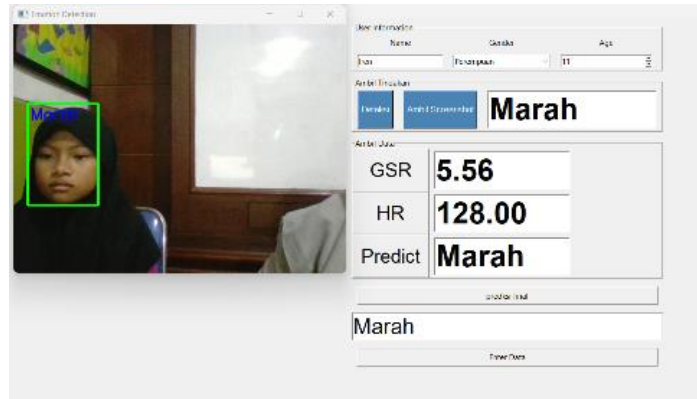
Untuk membaca serial dari Arduino maka digunakan `ser.readline().decode('ascii')`. Nilai detak jantung, konduktivitas kulit, serta hasil klasifikasi emosi berdasarkan kondisi tubuh menggunakan metode K-Means akan ditampilkan pada *textbox* yang ada pada *frame* ambil data melalui `code TxtBox.insert()`. Sehingga hasil serial yang ditampilkan di python terlihat seperti Gambar 14.



Gambar 14 Hasil Serial yang Terbaca di Python

3.5 Fusion Metode

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah keputusan emosi final berdasarkan hasil klasifikasi emosi berdasarkan kedua metode sudah sesuai dengan *rule* yang telah dibuat atau tidak. Dari hasil pengujian dapat terlihat bahwa hasil prediksi final yang ditampilkan pada GUI sudah sesuai dengan *rule* seperti yang tampak pada Gambar 15.



Gambar 15 Tampilan GUI saat Pengujian

3.6 Uji Akurasi Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi kesesuaian antara hasil yang ditampilkan oleh alat dan hasil yang terlihat berdasarkan pengamatan. Pada penelitian ini pengujian dilakukan pada 20 anak berumur 6-12 tahun.

Tabel 2 Uji Sistem Deteksi Emosi Pada Anak

Anak	Umur	Jenis Emosi	
		Hasil Uji	Hasil Pengamatan
1	6	Senang	Senang
2	6	Netral	Sedih
3	7	Netral	Netral
4	7	Senang	Senang
5	8	Senang	Senang
6	8	Senang	Senang
7	8	Sedih	Netral
8	8	Senang	Senang
9	8	Netral	Senang
10	9	Netral	Netral
11	9	Marah	Marah
12	9	Sedih	Sedih
13	10	Senang	Senang
14	11	Netral	Netral
15	12	Senang	Senang
16	12	Sedih	Netral
17	12	Senang	Senang
18	12	Senang	Senang
19	12	Sedih	Sedih
20	12	Senang	Senang

Seperti yang tersaji pada Tabel 2 terlihat bahwa dari pengambilan data sebanyak 20 anak ada sekitar 4 data yang tidak sesuai dengan hasil pengamatan. Dari perbedaan tersebut, perlu dilakukan verifikasi ulang agar data yang dihasilkan valid. Proses verifikasi data dapat dilakukan dengan mengamati kondisi lingkungan sekitar dari tempat tinggal responden dan tempat pengujian berlangsung. Selain itu juga dapat menanyakan terlebih dahulu hal yang dilakukan sebelum melakukan pengujian. Seperti pengambilan data pada responden no2, jenis emosi yang terlihat tanpa alat anak no2 terlihat sedih. Pada saat pengujian berlangsung alat membaca netral padahal wajah yang terlihat adalah sedih hal ini karena nilai detak jantung dan konduktivitas anak

tersebut masuk dalam kondisi emosi senang sehingga jika dicocokkan dengan *rules* maka anak tersebut akan terbaca netral.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

Klusterisasi emosi anak dengan metode K-Means menggunakan data detak jantung dan konduktivitas kulit menghasilkan nilai *centroid* emosi senang sebesar 70 (HR) dan 2.5 (GSR), emosi netral sebesar 77 (HR) dan 2.6 (GSR), emosi sedih sebesar 89 (HR) dan 3 (GSR), emosi marah sebesar 110 (HR) dan 5 (GSR). Terlihat *centroid* untuk keempat emosi memiliki jarak yang cukup lebar sehingga Metode K-means terbukti dapat mengkluster keempat emosi dengan baik. Klasifikasi emosi berdasar citra wajah menggunakan metode CNN dengan 3 lapis konvolusi menghasilkan akurasi *training* dan akurasi validasi tertinggi pada saat menggunakan *dataset* yang diambil menggunakan *webcam* dengan *epoch* 100 sebesar 99% dan akurasi validasi sebesar 90%. Dari hasil uji sistem deteksi emosi pada anak berdasarkan fusi antara hasil klasifikasi emosi CNN dan klusterisasi emosi K-Means didapatkan akurasi sebesar 80%. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan beberapa pengembangan untuk meningkatkan akurasi sistem, seperti menambahkan beberapa jenis emosi lain selain emosi netral yang cocok untuk klasifikasi emosi berdasarkan detak jantung dan konduktivitas kulit serta menambahkan beberapa parameter lain seperti suhu tubuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemenristek Dikti) atas dana hibah untuk penelitian tesis magister. Dengan Surat Keputusan Nomor 0746/D4/AK.04/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Tarnowski, M. Kolodziej, A. Majkowski and R. J. Rak, "Combined analysis of GSR and EEG signals for emotion recognition," in *International Interdisciplinary PhD Workshop (IIPhDW)*, Swinoujście, Poland, 2018.
- [2] T. M. McWhorter, Y. Ni, H. Nie, Y. Larve, A. J. A. Majumder and D. R. Ucci, "sEmoD: A Personalized Emotion Detection Using a Smart Holistic Embedded IoT System," in *IEEE 43rd Annual Computer Software and Application Conference (COMPSAC)*, Milwaukee, WI, USA, USA, 2019.
- [3] Anonim, "Peran Emosi Positif dan Emosi Negatif," Psikologi Universitas Muhammadiyah Purwokerto, 30 November 2020. [Online]. Available: <https://psikologi.ump.ac.id/2020/11/30/peran-emosi-positif-dan-emosi-negatif/>. [Accessed 2 Desember 2021].
- [4] Y. Rachmawati, "Perkembangan Emosi," in *Perkembangan Sosial Emosional pada Anak Usia Taman Kanak-kanak*, Universitas Terbuka Repository, p. 1.3.
- [5] E. Labudasari and W. Sriastria, "Perkembangan Emosi Pada Anak Sekolah Dasar," in *Seminar Nasional Pendidikan FKIP Universitas Muhammadiyah Cirebon*, 2018.
- [6] A. Mahabbati, "Identifikasi Anak dengan Gangguan Emosi dan Perilaku di Sekolah dasar," *Jurnal Pendidikan Khusus*, vol. II, no. 2, 2006.
- [7] A. Mu'arifah, "Pentingnya Emosi Anak Dikendalikan," Universitas Ahmad Dahlan, 16 September 2013. [Online]. Available: <https://uad.ac.id/id/pentingnya-emosi-anak-dikendalikan/>. [Accessed 2 Desember 2021].
- [8] M. Menard, H. Hamdi, P. Richard and B. Dauce, "Emotion Recognition Based on Heart Rate and SKin Conductance," in *Science and Technology Publication*, 2015.

- [9] A. Cernian, A. Olteanu, D. Carstoiu and C. Mares, "Mood Detector - On Using Machine Learning to Identify Moods and Emotion," in *International Conference on Control System and Computer Science*, 2017.
- [10] T. Paul, C. Bhattacharyya, P. Sen, R. Prasad and S. Shaw, "Human Emotion Recognition using GSR and EEG," *International Journal of Scientific and Research Publication*, vol. X, no. 5, pp. 394-400, 2020.
- [11] P. Rani, "Emotion Detection of Autistic Children using Image Processing," in *2019 Fifth International Conference on Image Information Processing (ICIIP)*, Shimla, India, 2019.
- [12] N. Dewi and F. Ismawan, "Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network untuk Sistem Pengenalan Wajah," *Faktor Exacta*, vol. 14, no. 1, pp. 34-43, 2021.
- [13] A. N. Fadzila, D. P. Pamungkas and R. Wulaningrum, "Proses Ekstraksi Klasifikasi Citra Emosi Menggunakan Metode PCA dan CNN," *Joutica*, vol. 6, no. 2, p. 484, 2021.
- [14] R. Rokhana, J. Priambodo, T. Karlita, I. M. G. Sunarya, E. M. Yuniarno, I. K. E. Purnama and M. H. Purnama, "Convolutional Neural Network untuk Pendeteksian Patah Tulang Femur pada Citra Ultrasonik B-Mode," *JNTETI*, vol. VIII, no. 1, pp. 59-67, 2019.
- [15] R. Indraswari, R. Rokhana and W. Herulambang, "Melanoma image classification based on MobileNetV2 network," in *ISICO*, 2021.
- [16] R. Rokhana, W. Herulambang and R. Indraswari, "Multi-Class Image Classification Based on MobileNetV2 for Detecting the Proper Use of Face Mask," in *IEEE*, Surabaya, Indonesia, 2021.
- [17] A. Mollahosseini, D. Chan and M. H. Mahoor, "Going deeper in facial expression recognition using deep neural networks," in *IEEE*, Lake Placid, NY, USA, 2016.
- [18] R. Indraswari, W. Herulambang and R. Rokhana, "Deteksi Penyakit Mata Pada Citra Fundus Menggunakan Convolutional Neural Network," *Techno.com*, vol. XXI, no. 2, pp. 378-389, 2022.
- [19] K. P. Sinaga and M. S. Yang, "Unsupervised K-Means Clustering Algorithm," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 80716-80727, 2020.
- [20] I. G. Harsemadi and I. M. Sudarma, "Penggolongan Musik Terhadap Suasana Hati Menggunakan Metode K-Means," in *Konferensi Nasional Sistem dan Informasi*, 2017.