Perancangan Sistem Keamanan Lingkungan Pengenal Suara Kulkul dengan Menggunakan Metode *Deep Learning*

p-ISSN: 2301-5373

e-ISSN: 2654-5101

I Putu Adi Yuda¹, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra², I Ketut Gede Suhartana³, I Komang Ari Mogi⁴, Made Agung Raharja⁵, Luh Arida Ayu Rahning Putri⁶

¹Teknik Informatika, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana Jimbaran, Badung, Indonesia

adiyuda418@gmail.com anom.cp@unud.ac.id ikg.suhartana@unud.ac.id arimogi@gmail.com made.agung@unud.ac.id rahningputri@unud.ac.id

Abstract

Advances in information technology provide benefits for people's lives today. Before the existence of information technology, people still use traditional communication media called kulkul. Kulkul is a communication tool that is used by hitting. Over time, people began to leave this culture because of the many other information systems used as communication media. However, nowadays people in their teens still do not know what the sound of the kulkul means. This is due to the absence of a kulkul voice recognition website. The method of data collection in this study was the observation method of a kulkul worker located in Denjalan Subvillage, Batubulan, Sukawati, Gianyar. To build a kulkul voice recognition system, the author uses a deep learning method. In this system there are 2 processes, namely training and classification. The training is used for the system to learn to recognize the sound of the kulkul and the classification to determine the category of the kulkul sound. Based on the classification carried out, the results obtained is testing accuracy 85%.

Keywords: Kulkul, Deep Learning, Sistem Pengenal Suara Kulkul, CNN, MFCC

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi memberikan manfaat untuk kehidupan masyarakat saat ini. Teknologi informasi dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan masyarakat. Sebelum adanya teknologi informasi, masyarakat masih menggunakan media komunikasi secara tradisional yang disebut kulkul. Kulkul merupakan alat komunikasi yang digunakan dengan cara dipukul. Cara memukul kulkul memberikan pertanda bahwa sedang terjadi sesuatu di lingkungan tersebut. Seiring berjalannya waktu, masyarakat mulai meninggalkan kebudayaan tersebut karena adanya banyak sistem informasi lain yang digunakan sebagai media komunikasi. Namun sekarang bagi kalangan masyarakat di usia remaja masih belum mengenal apa arti suara kulkul tersebut. Hal tersebut dapat menghambat dalam upaya menciptakan lingkungan masyarakat yang aman dan damai. Sehingga dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengenali arti dari suara kulkul agar masyarakat lebih cepat menanggapi suatu kejadian yang sedang terjadi di masyarakat. Belum adanya sistem yang dapat mengklasifikasikan suara kulkul untuk melakukan pengenalan suara kulkul

Hal tersebut membuat penulis untuk membuat suatu sistem yang digunakan untuk penerjemah suara kulkul. Dalam sistem ini akan dibuat berfungsi sebagai mengolah suara hasil rekaman ke suara yang lebih jernih tanpa adanya suara lain selain suara kulkul.

Perancangan Sistem Keamanan Lingkungan Pengenal Suara Kulkul dengan Menggunakan Metode Deep Learning

Dengan menerapkan sistem keamanan lingkungan pengenal suara kulkul *metode deep learning* diharapkan dapat membantu mengenali suara kulkul sehingga lebih cepat dalam menanggapi suatu pertanda jika terdengar bunyi kulkul. Selain itu, dengan teknologi ini diharapkan melestarikan kebudayaan tradisional yang sudah diwariskan turun-temurun oleh leluhur dalam pengenalan suara kulkul.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan secara sistematik sebagai acuan untuk melakukan penelitian agar memperoleh hasil yang dapat menjadi suatu solusi untuk menyelesaikan permasalah yang akan diteliti.

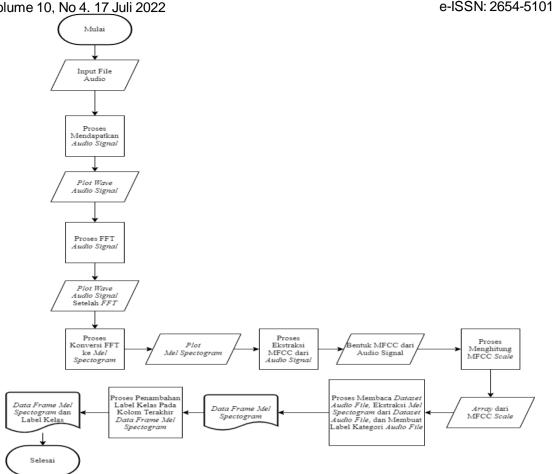
2.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dengan metode observasi, dengan bekerja sama dengan pihak kelihan banjar untuk memperoleh data *audio* serta informasi suara kulkul tersebut. Data tersebut berupa file *audio* berformat .wav dengan jumlah *dataset* suara kulkul berjumlah 50 dengan masing – masing kategori berjumlah 10. Data tersebut diperoleh dari seorang tukang kulkul yang berada di banjar Denjalan, Batubulan, Sukawati, Gianyar.

2.2. Proses Ekstraksi Ciri

Proses ekstraksi ciri adalah proses untuk mengetahui ciri dari file audio dengan mencari bentuk sinyal audionya. Metode yang digunakan untuk melakukan proses ekstraksi ciri adalah MFCC (*Mel Frequency Cepral Coefficent*). MFCC adalah salah satu teknik fitur ekstraksi yang dapat menyerupai pendengaran manusia dalam bentuk digital. Keunggulan MFCC adalah kemampuan untuk mengenali suara sangat penting bagi pengenalan suara dan menghasilkan data seminimal mungkin tanpa menghilangkan informasi penting. [1]

Sebelum mendapatkan hasil MFCC dari suatu *audio*, dilakukan proses pengambilan *audio signal*, Fast Fourier Transform (FFT), dan Mel Spectogram. Pada hasil ektraksi fitur yang digunakan pada proses klasifikasi menggunakan CNN adalah Mel Spectogram. Berikut ini merupakan alur dari penelitian yang dilakukan:



p-ISSN: 2301-5373

Gambar 1. Proses Ekstraksi Ciri

Berdasarkan proses ekstraksi ciri pada gambar 1 digunakan metode MFCC dimana diawali dengan memasukan file suara kulkul dengan ekstensi .wav. Lalu akan dilakukan proses ekstraksi ciri dengan MFCC. Proses MFCC memiliki 4 proses. Proses tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

Audio Signal

Audio Signal adalah bentuk konversi file audio dalam bentuk gelombang. Pada gelombang terdapat amplitude dan waktu.

2. Fast Fourier Transform (FFT)

Fast Fourier Transform (FFT) adalah pemrosesan audio signal dimana akan dilakukan konversi dari waktu ke frekuensi.

3. Mel Spectogram

Mel Spectogram adalah proses untuk mengkonversikan audio signal dari amplitudo ke decibel (dB). Nilai decibel ditentukan berdasarkan warna pada mel spectogram.

4. MFCC

MFCC merupakan proses terakhir yang digunakan pada proses ekstraksi ciri setelah dilakukan proses untuk mendapatkan *mel spectogram*.

Setelah didapatkan bentuk MFCC dari audio signal, maka akan dilakukan untuk menghitung MFCC Scale dan akan mendapatkan keluaran dalam bentuk array. Lalu, dilakukan proses untuk membaca dataset dan melakukan proses ekraksi mel spectrogram dan hasil data frame akan dieksport ke dokumen dalam format .xml. Setelah dilakukan proses eksport, akan dilakukan proses penambahan label kelas pada kolom terakhir yang akan dieksport lagi ke dokumen .xml sebelumnya.

2.3. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan Buatan merupakan salah satu bidang dalam ilmu komputer yang ditujukan pada pembuatan software dan hardware yang dapat berfungsi sebagai sesuatu yang dapat berpikir seperti manusia. Kecerdasan buatan banyak digunakan untuk memecahkan berbagai masalah seperti bisnis, robotika, bahasa alami, matematika, game, persepsi, diagnosis medis, teknik, analisis keuangan, analisis sains, dan penalaran.

Pada awal diciptakannya, komputer hanya difungsikan sebagai alat hitung saja. Namun seiiring dengan perkembangan jaman, maka peran komputer semakin mendominasi kehidupan umat manusia. Komputer tidak lagi hanya digunakan sebagai alat hitung, lebih dari itu, komputer diharapkan untuk dapat digunakan untuk mengerjakan sesuatu yang seperti halnya yang dilakukan oleh manusia pada umumnya. Manusia menjadi pandai dalam menyelesaikan permasalahan yang ada pada hidupnya karena menusia mempunyai pengetahuan dan pengalaman pengetahuan diperoleh dari belajar. Semakin banyak pengetahuan dan pengalaman yang di dapat oleh manusia, maka manusia lebih mampu dalam menyelesaikan permasalahan. Namun bekal pengetahuan saja tidak cukup, manusia harus menggunakan akalnya untuk melakukan penalaran, mengambil kesimpulan dan keputusan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang mereka miliki. Tanpa memiliki kemampuan untuk menalar dengan baik, manusia dengan segudang pengalaman dan pengetahuan tidak akan dapat menyelesaikan masalah dengan baik. Demikian pula, dengan kemampuan menalar yang sangat baik, namun tanpa bekal pengetahuan dan pengalaman yang memadai, manusia juga tidak akan bisa menyelesaikan masalah dengan baik. [2]

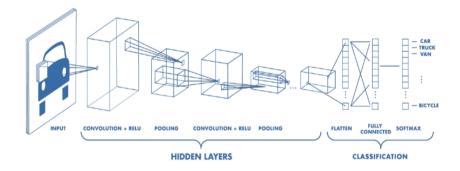
2.4. Deep Learning

Deep Learning adalah salah satu bagian dari machine learning. Deep Learning menerapkan jaringan saraf tiruan dimana memiliki fungsi layaknya pada sistem saraf pada manusia. Dalam metode ini mesin mempelajari dataset yang didapat sebagai pengalaman sistem. [3]

Deep Learning digunakan untuk mengembangkan aplikasi seperti halnya pengenalan *genre music*. Dimana sistem mempelajari secara mendalam dataset yang ada dengan melakukan melakukan proses ekstrasi data dan analisa data. Dalam melakukan pengenalan dibutuhkan data uji seperti data musik untuk nantinya diketahui *genre*nya. Dalam klasifikasi data uji menggunakan suatu probabilitas dimana data tersebut lebih memungkinkan ke arah *genre* apa musik tersebut.

2.5. Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network merupakan salah satu jenis neural network yang biasanya digunakan dalam pengolahan data image maupun audio. Convolutional berfungsi melakukan filter pada gambar maupun audio. Convolutional Neural Network memiliki beberapa layer yang difungsikan untuk melakukan filter pada setiap prosesnya. Pada proses training terdapat 3 tahapan yaitu Convolutional layer, Pooling layer, dan Fully connected layer.



Gambar 2. Proses Convolutional Neural Network

Pada gambar 2 merupakan arsitektur dari CNN. Pada tahapan pertama, yaitu convolutional layer. Pada convolutional layer, seluruh data yang menyentuh lapisan konvolusional akan mengalami proses konvolusi. lapisan akan mengkonversi setiap filter ke seluruh bagian data masukan dan menghasikan sebuah activation map atau feature map 2D. Filter yang terdapat pada Convolutional Layer memiliki panjang, tinggi(pixels) dan tebal sesuai dengan channel data masukan. Setiap filter akan mengalami pergeseran dan operasi "dot" antara data masukan dan nilai dari filter. Lapisan konvolutional secara signifikan mengalami kompleksitas model melalui optimalisasi outputnya.

Pooling Layer merupakan tahap setelah Convolutional Layer. Pooling Layer terdiri dari sebuah filter

Volume 10, No 4. 17 Juli 2022 e-ISSN: 2654-5101 dengan ukuran dan *stride* tertentu. Setiap pergeseran akan ditentukan oleh jumlah stride yang akan digeser pada seluruh *area feature map* atau *activation map*. Dalam penerapannya, *pooling Layer* yang biasa digunakan adalah *Max Pooling* dan *Average Pooling*.

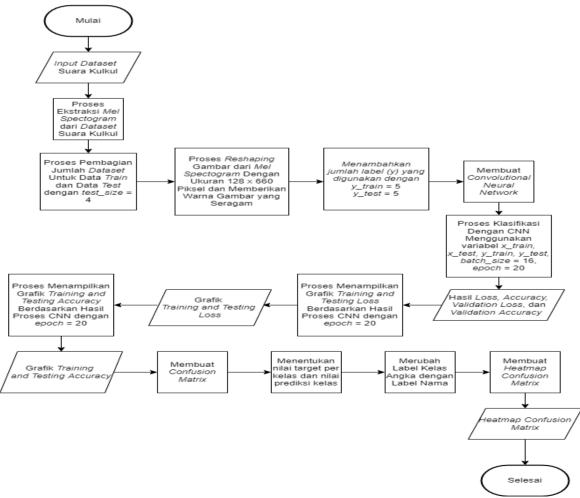
p-ISSN: 2301-5373

Feature map yang dihasilkan oleh tahap sebelumnya berbentuk multidimensional array. Sehingga, Sebelum masuk pada tahap Fully Connected Layer, Feature Map tersebut akan melalui proses "flatten" atau reshape. Proses flatten menghasilkan sebuah vektor yang akan digunakan sebagai input dari Fully Connected Layer. Fully Connected Layer memiliki beberapa Hidden Layer, Action Function, Output Layer dan Loss Function.

Dropout merupakan salah satu usaha untuk mencegah terjadinya overfitting dan juga mempercepat proses learning pada sistem klasifikasi audio. Overfitting adalah kondisi dimana hampir semua data yang telah melalui proses training mencapai persentase yang baik, tetapi terjadi prediksi yang tidak sesuai. Dalam sistem kerjanya, Dropout menghilangkan sementara suatu neuron yang berupa Hidden Layer maupun Visibe Layer yang berada didalam jaringan. (Santoso & Ariyanto, 2018)

Dalam convolutional neural network, menggunakan Epoch pada proses training maupun testing. Epoch adalah ketika seluruh dataset sudah melalui proses training pada Neural Network sampai dikembalikan ke awal dalam satu putaran. Dalam Neural Network satu epoch itu terlalu besar dalam proses pelatihan karena seluruh data diikutkan kedalam proses training sehingga akan membutuhkan waktu cukup lama. Agar mempermudah dan mempercepat proses training, biasanya data rate dibagi per batch (Batch Size). Penentuan nilai dari batch size biasanya tergantung banyak sampel. [4]

CNN digunakan untuk proses klasifikasi dari jenis audio. Jenis masukan yang akan digunakan pada proses CNN adalah *mel spectrogram* dari audio. Pola *audio signal* pada *mel spectrogram* akan digunakan sebagai pembanding jenis audio. Berikut merupakan alur proses CNN.



Gambar 3. Flowchart Proses Klasifikasi Menggunakan CNN
Pada gambar 3 merupakan flowchart dari proses klasifikasi menggunakan CNN. Pertama,

Perancangan Sistem Keamanan Lingkungan Pengenal Suara Kulkul dengan Menggunakan Metode Deep Learning

memasukan dataset suara kulkul. Lalu, akan dilakukan proses untuk mengektrak mel spectrogram dari dataset suara kulkul berdasarkan data frame yang tersimpan pada dokumen berekstensi .xml. Setelah itu, dilakukan proses pembagian dataset menjadi 2 jenis data, yaitu data train dan data test dimana data test yang digunakan pada masing – masing kelas adalah berjumlah 4. Lalu, dilakukan proses reshaping mel spectrogram dengan warna yang seragam. Setelah dilakukan reshaping dilakukan proses untuk membuat kelas dengan y_train = 5 dan y_test = 5 dimana y_test adalah label training dan y test adalah label testing. Lalu, membuat CNN dengan variable x train, y train, x test, y test, batch size = 16 dan epoch = 20. Setelah membuat CNN, akan dilakukan proses klasifikasi untuk mendapatkan keluaran berupa nilai loss, accuracy, validation loss, dan validation accuracy. Nilai loss dan accuracy merupakan hasil training. Sedangkan validation loss dan validation accuracy merupakan hasil testing. Hasil training dan testing akan dipresentasikan 2 jenis grafik, yaitu grafik training and testing loss dan training and testing accuracy. Setelah dilakukan proses membuat grafik, akan dilakukan pengujian model dengan confusion matrix dengan membuat target per kelas dan merubah nama label menjadi label sesuai jenis suara kulkul. Setelah itu, dilakukan proses untuk membuat dan menampilkan heatmap confusion matrix sebagai keluaran terakhir dari proses klasifikasi.

2.6 Confusion Matrix

Confusion matrix sering digunakan sebagai metode untuk melakukan evaluasi model yang digunakan untuk melakukan klasifikasi data. Confusion matrix merupakan matrix yang berisikan nilai aktual dan prediksi dari proses klasifikasi. [5] Dalam confusion matrix, terdapat 4 istilah, yaitu true positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN). True Positive adalah data positive yang terprediksi benar. True Negative adalah data negative yang terprediksi benar. False Positive adalah data negative tetapi terprediksi sebagai data positive. False Negative adalah data positive yang terprediksi negative. Dibawah ini merupakan tabel dari confusion matrix.

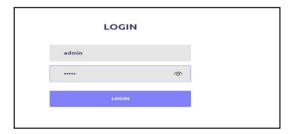
Tabel 1. Confusion Matrix

	Prediksi (+)	Prediksi (-)
Aktual (+)	TP	FN
Aktual (-)	FP	FN

Pada confusion matrix terdapat perhitungan precision, recall, dan akurasi. Berikut merupakan beberapa persamaan yang digunakan dalam perhitungan precision, recall, dan akurasi.

- Precision = TP / (TP + FP) Recall = TP / (TP + FN) Akurasi = TP / Jumlah Data Test(3)
- 3. Hasil dan Pembahasan

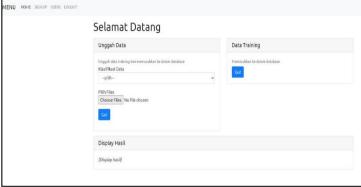
3.1 Implementasi Antarmuka Sistem



Gambar 4. Tampilan Antarmuka Login

Pada gambar 4 di atas merupakan tampilan menu *login*. Pada menu tersebut disediakan kotak *input username* dan *password*. Untuk melakukan *login* pada menu tersebut, pastikan *user* telah memiliki akun untuk mengakses sistem pengenal suara kulkul.

p-ISSN: 2301-5373 e-ISSN: 2654-5101



Gambar 5. Tampilan Antarmuka Menu Utama Admin

Gambar 5. merupakan tampilan menu utama dari sistem pengenalan suara kulkul. Pada menu utama terdapat fitur klasifikasi data untuk memilih kategori suara kulkul. Setelah memilih kategori, lalu pilih file dengan mengklik tombol "Choose File". Setelah file suara kulkul diupload, terdapat 2 fitur yang bisa digunakan, yaitu training dan classify. Fitur training digunakan untuk sistem dapat menganalisa file yang diupload dan akan ditampilkan hasil training dataset suara kulkul pada kotak "Display Hasil". Fitur classify digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap file yang dipilih. Hasil tersebut berupa kategori suara kulkul.



Gambar 6. Tampilan Antarmuka Kelola Akun

Gambar 6 diatas merupakan tampilan dari Kelola akun. Pada menu tersebut ditampilkan *username* dan *password*. Untuk melakukan perubahan klik tombol "Del" untuk menghapus akun.



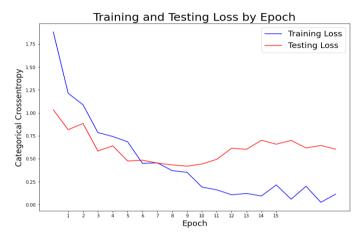
Gambar 7. Tampilan Antarmuka Daftar Akun

Gambar 7 merupakan tampilan daftar akun. Pada menu tersebut disediakan kotak untuk memasukkan *username* dan *password*. Setelah memasukkan *username* dan *password*, *user*

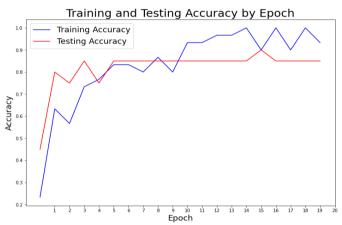
dapat melakukan klik pada tombol "Register".

3.2 Klasifikasi

Pada bagian ini berisikan tentang hasil dari proses klasifikasi pengenal suara kulkul. Terdapat 5 kategori suara kulkul, yaitu kulkul bulus, kulkul kemalingan, kulkul kematian, kulkul orang mengamuk, dan kulkul pura. Jumlah data yang digunakan adalah 50 dengan masing — masing kategori berjumlah 10. Untuk data *train* digunakan 6 file setiap kelas dan data *test* digunakan 4 file setiap kelas. Proses klasifikasi terdiri dari *training* dan *testing*. Metode yang digunakan untuk proses klasifikasi adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan *epoch* yang digunakan adalah 20. Hasil dari proses klasifikasi menggunakan CNN dapat diperhatikan pada gambar berikut.



Gambar 8. Grafik Training and Testing Loss

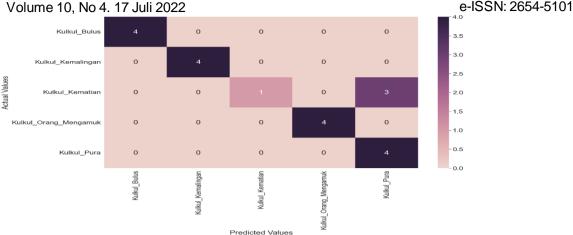


Gambar 9. Grafik Training and Testing Accuracy

Berdasarkan grafik pada gambar 8, hasil dari *training loss* adalah 11,48% dan hasil *testing loss* adalah 60,51%. Pada gambar 9, hasil dari training accuracy adalah 93,33% dan hasil *testing accuracy* adalah 85%.

Pengujian model CNN dilakukan menggunakan *confusion matrix*. Hasil dari *confusion matrix* berisikan nilai *precision*, *recall*, dan *accuracy*. *Precision* dan *recall* dihitung pada masing – masing kelasnya. Sedangkan untuk *accuracy* dihitungan berdasarkan jumlah data *test* yang benar dari keseluruhan data *test*. Berikut merupakan hasil pengujian model CNN dengan *confusion matrix*.

Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana Volume 10. No 4. 17 Juli 2022



Gambar 10. Confusion Matrix

p-ISSN: 2301-5373

Berdasarkan *confusion matrix* pada gambar 10, diperoleh data yang termasuk *True Positive* (TP) atau jumlah data benar adalah kulkul bulus berjumlah 4, kulkul kemalingan berjumlah 4, kulkul kematian berjumlah 1, kulkul orang mengamuk berjumlah 4, dan kulkul pura berjumlah 4. Data test yang digunakan adalah 20. Hasil *accuracy* dapat dihitung sebagai berikut.

Accuracy = jumlah data benar (TP) / jumlah data test = (4+4+1+4+4) / 20= 17 / 20= 85%

Tabel 2. Hasil Precision dan Recall dari Pengujian Model CNN

Kategori Suara Kulkul	Precision	Recall
Kulkul Bulus	100%	100%
Kulkul Kemalingan	100%	100%
Kulkul Kematian	100%	33,33%
Kulkul Orang Mengamuk	100%	100%
Kulkul Pura	57,14%	100%

Pada tabel 2, terdapat hasil precision dan recall dari masing – masing kategori suara kulkul. Hasil dari rata – rata *precision* adalah 91,42% dan rata – rata *recall* adalah 86,6%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

- 1. Untuk membangun sistem pengenal suara kulkul berbasis web diperlukan data suara kulkul, kebutuhan fungsional dan non fungsional, program untuk melakukan ekstraksi ciri, program untuk melakukan proses klasifikasi menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN), dan program untuk tampilan antarmuka yang berbasis *web*.
- 2. Berdasarkan hasil klasifikasi suara kulkul menggunakan metode CNN, diperoleh hasil *accuracy* 85% dan tergolong baik dalam mengenali suara kulkul.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heriyanto, H., Hartati, S., & Putra, A. E. (2018). EKSTRAKSI CIRI MEL FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENT (MFCC) DAN RERATA COEFFICIENT UNTUK PENGECEKAN BACAAN AL-QUR'AN. Telematika, 15(2).
- [2] Jaya, H., Sabran, Idris, M. M., Djawad, Y. A., Iham, & Ahmar, A. S. (2018). Kecerdasan Buatan.
- [3] Santoso, A., & Ariyanto, G. (2018). *Implementasi Deep Learning Berbasis Keras Untuk Pengenalan Wajah*, 18, `15–21.
- [4] Thohari, A., & Hertantyo, G. B. (2018). *Implementasi Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Pembalap MotoGP Berbasis GPU. Proceedings on Conference on Electrical Engineering, Telematics, Industrial Technology, and Creative Media*, 50–55.

Yuda, dkk. Perancangan Sistem Keamanan Lingkungan Pengenal Suara Kulkul dengan Menggunakan Metode Deep Learning

[5] Candra, D. P. (2021). Klasifikasi Suara Dengan Ekstrasi Ciri Mel Frequency Cepstral Coefficients Menggunakan Machine Learning. JAKARTA.