

# Jurnal Proyek Akhir



## “Pendeteksian Illegal Logging Menggunakan Raspberry Pi Dengan Metode Neural Network”

Oleh :

R Rizki Rachmadi

1210161025


D4 Teknik Telekomunikasi

Dosen Pembimbing :

Drs. Miftahul Huda, MT

Proyek Akhir dengan judul “Pendeteksian Illegal Logging Menggunakan Raspberry Pi Dengan Metode Neural Network” telah dibuat menjadi *paper* untuk seminar Nasional CITEE (*Conference on Information Technology and Electrical Engineering*) dan telah dinyatakan lulus seleksi pada tanggal 12 Juli 2020.

## Bukti Submit:

 CITEE 2020 (author) [Help](#) / [Log out](#)

New Submission Submission 7 CITEE 2020 Conference **News** EasyChair

### My Submissions for CITEE 2020

Using the submission author environment you can view or manage your submissions to CITEE 2020. You can make new submissions or update your previous submissions.



To **make a new submission** click on "New Submission".

To **view or update your existing submission** click on the corresponding "view" icon.

Additional information about submission to CITEE 2020 can be found at the [CITEE 2020 Web page](#).


Questions about submissions can be sent to the conference contact emails [lik\\_suyanti@ugm.ac.id](mailto:lik_suyanti@ugm.ac.id).


Please note that if you do nothing (not even click on the menu) for more than two hours, your session will expire and you will have to log in again.

#	Authors	Title	View	Paper	Program
7	Rizki Rachmadi, Miftahul Huda and Rully Soelaiman	Pendeteksian Illegal Logging Menggunakan Raspberry PI Dengan Metode Neural Network			

Copyright © 2002 – 2020 EasyChair

## Bukti lolos seleksi:

[CITEE 2020] - Hasil Review Paper 

 CITEE CITEE <citee.ft@ugm.ac.id> to me Sun, Jul 12, 2:31 PM (2 days ago) ☆ ↶ ⋮

🌐 Indonesian > English [Translate message](#) [Turn off for: Indonesian](#) x

Yth. Bp. Rizki Rachmadi,

Paper Anda dengan judul :

Pendeteksian Illegal Logging Menggunakan Raspberry PI Dengan Metode Neural Network

dinyatakan diterima dengan revisi minor di the 12th National Conference on Information Technology and Electrical Engineering (CITEE 2020) yang akan dilaksanakan pada tanggal 06-08 Oktober.

Silakan untuk memperbaiki makalah sesuai dengan komentar yang telah diberikan oleh reviewer (komentar di bagian bawah) kemudian mengirimkan dokumen berikut ini sebelum 31 Juli 2020.

Silakan mengunggah kelengkapan berikut ini di website CITEE 2020 (<http://citee.ft.ugm.ac.id/index.php>) di bagian menu "Registrasi". Adapun kelengkapan yang diperlukan sebagai berikut :

1. Makalah akhir (camera-ready paper dengan template CITEE 2020 dan file dalam bentuk pdf). Dapat didownload di website
2. Formulir copyright (dapat di download di halaman depan website)
3. Scan Bukti Pembayaran

Besarnya pembayaran dan nomor rekening dapat dilihat di website, pada bagian menu registrasi

Kami mengucapkan selamat atas diterimanya naskah Anda di CITEE 2020. Kami sangat bangga dapat berbagi pengalaman ide dan riset anda dalam seminar nasional ini. Kami berharap salah satu dari penulis paper dapat mempresentasikan papernya di CITEE 2020.

Salam

Panitia CITEE 2020

=====

Komentar Reviewer :

- Penulisan daftar pustaka (dapus) belum sesuai dengan contoh. Penulisan dapus juga harusnya mengikuti alur 2 kolom. Mohon untuk diperhatikan dan diperbaiki sesuai template CITEE.
- 10 dari 11 dapus belum disitasi dalam paragraf. Mohon pastikan setiap dapus telah disitasi dalam paragraf.
- Setiap gambar dan tabel yang disajikan juga harus disitasi dalam paragraf.

Terlampir *paper* yang *disubmit* pada seminar yang bersangkutan.

# *Pendeteksian Illegal Logging Menggunakan Raspberry pi Dengan Metode Neural Network*

## *Illegal Logging Detection Using Raspberry pi With Neural Network Method*

R Rizki Rachmadi<sup>1</sup>, Miftahul Huda<sup>2</sup>, Rully Soelaiman<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi D4 Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

<sup>3</sup>Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur, 60117

<sup>1</sup>rizki.rachmadi1998@gmail.com, <sup>2</sup>huda@pens.ac.id, <sup>3</sup>rully130270@gmail.com

**Abstract**—Sistem *sound recognition* yang telah dirancang dalam penelitian ini, akan digunakan untuk memonitor kondisi illegal logging pada suatu area hutan secara *real time*. Sistem tersebut terdiri dari suatu perangkat elektronik yang disebut *Raspberry pi* yang memiliki suatu kecerdasan buatan didalamnya. Kecerdasan buatan yang digunakan didalam sistem disebut *Artificial Neural Network* (ANN), dimana dalam melakukan fungsi sebagai *sound recognition*, terdapat suatu *feature extraction* (ekstrasi fitur) dari masing masing suara yang dideteksi dalam bentuk MFCC (*Mel Frequency Cepstral Coefficient*). Hasil penelitian yaitu sistem *sound recognition* yang dapat membedakan dan mengklasifikasikan suara dengan tingkat diatas 60%. Tipe klasifikasi terbagi menjadi 2, yaitu suara gergaji maupun dan suara non-gergaji. Penggunaan database yang lebih besar akan meningkatkan akurasi dan tipe klasifikasi, hanya saja akan menambah waktu proses dari segi *training*.

**Keywords**—*Artificial Intelligence; Illegal Logging; Neural Network; sound recognition; MFCC*;

**Abstract**—The *sound recognition* system that have been designed in this research will be used for monitoring illegal logging activity in the forest area in *real-time* condition. The system consist of an electronic device, called *Raspberry pi*, where the *Artificial Intelligence* have been implemented in it. The *Artificial Intelligence* that have been used is called *Artificial Neural Network* (ANN), in which to do the function as *sound recognition* system, there are a process of *feature extraction*, from each sounds that have been detected in form of MFCC (*Mel Frequent Cepstral Coefficient*). The result of the research is a system that can differentiated and classified the sound with accuracy level above 60%. The type of classification divide into 2 type of category, saw machine sound and non saw machine sound. The usage of bigger database of sound will improved the system in term of accuracy and type of classification, but it will make the process of training step becomes longer.

**Keywords**—*Artificial Intelligence; Illegal Logging; Neural Network; sound recognition; MFCC*

### I. PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang Masalah

Indonesia adalah negara yang terkenal sebagai salah satu negara di dunia yang memiliki wilayah hutan yang luas, mencapai angka 125 juta hektar. Dengan wilayah seluas ini, dapat dikatakan bahwa kekayaan alam Indonesia sangatlah berlimpah. Sayangnya, kelebihan ini tidak diimbangi oleh manajemen hutan yang baik, dimana monitoring masih menggunakan bantuan tenaga manusia saja. Sebagai akibatnya, kegiatan pembalakan liar atau

sering disebut juga sebagai *illegal logging* merupakan kegiatan yang umum terjadi di Indonesia. Kegiatan pembalakan liar ini mengakibatkan penyusutan yang sangat pesat terhadap luas hutan yang ada, mencapai angka 684 ribu hektar hutan yang hilang. Hal ini mengakibatkan kehilangan besar dari segi kekayaan alam, maupun pendapatan negara, dan juga membuat Indonesia sebagai negara dengan jumlah aktivitas pembalakan liar terbanyak kedua di dunia.

Pada penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya[1][2][3], dapat disimpulkan bahwa penggunaan kecerdasan buatan dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan suara merupakan suatu percobaan yang umum dilakukan. Disisi lain, suatu kecerdasan buatan akan memerlukan suatu inputan, dimana dalam hal ini, input akan berupa fitur suara dalam bentuk koefisien MFCC. Penggunaan ekstrasi fitur dalam bentuk MFCC telah diteliti dalam penelitian-penelitian sebelumnya[4][5][6]. Dengan menggabungkan kedua metode ini, maka suatu sistem pengenalan suara dengan menggunakan kecerdasan buatan yang mendapat masukan berupa fitur suara dapat dilakukan. Untuk meningkatkan mobilitas sistem, penggunaan peralatan yang ringkas dan fleksible diperlukan, seperti Arduino atau Raspberry pi[7].

Dengan didasarkan pada penelitian-penelitian tersebut, maka peneliti merancang suatu sistem *sound recognition* yang mana akan menerima data berupa sinyal suara pada suatu wilayah sektor hutan, dimana suara ini akan diklasifikasikan menjadi 2 tipe, yaitu suara gergaji maupun suara non-gergaji sebagai indikator terjadinya kegiatan pembalakan liar di daerah tersebut. Sistem didesain untuk bekerja secara *autonomous*, dimana didalamnya terdapat suatu kecerdasan buatan atau biasa disebut AI (*Artificial Intelligence*) yang telah mengalami proses pelatihan sebelumnya dan akan memproses setiap suara yang masuk ke sistem. Kecerdasan buatan tersebut akan diimplementasikan dalam suatu peralatan atau *device* yang mudah untuk digunakan dan memiliki mobilitas tinggi, dimana peneliti memilih Raspberry pi sebagai *board device* utama untuk pengimplementasian kecerdasan buatan tersebut.

#### B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu sistem deteksi dan klasifikasi secara otomatis, yang dapat melakukan proses klasifikasi tersebut dengan bantuan suatu kecerdasan buatan yang akan dilatih dulu sebelumnya. Untuk proses pelatihan kecerdasan buatan tersebut diperlukan suatu ekstrasi ciri (*Feature Extraction*)

dalam bentuk MFCC (*Mel Frequency Cepstral Coefficient*) dari sebuah *database* suara, dimana ciri-ciri dari suara ini akan menjadi input proses dan klasifikasi dari kecerdasan buatan tersebut.

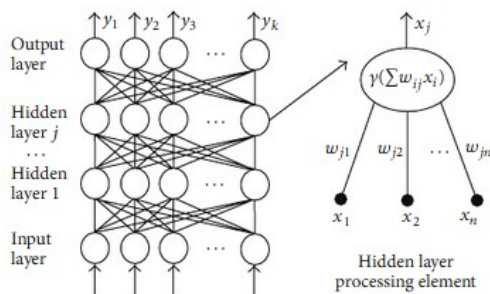
### C. Rumusan Masalah

- Bagaimana mencari suatu fitur atau pola yang unik dari suatu sumber suara yang dapat dijadikan acuan proses pelatihan kecerdasan buatan?
- Bagaimana melatih kecerdasan buatan agar dapat mengenali dan mengidentifikasi suara tersebut berdasarkan fitur atau pola yang didapatkan?
- Bagaimana mengimplementasikan kecerdasan buatan tersebut dalam suatu peralatan atau *device* yang mudah digunakan?

## II. LANDASAN TEORI

### A. Artificial Neural Network

*Artificial Neural Network* (ANN) adalah salah satu teknik *soft-computing* yang telah banyak digunakan pada bidang analisis dan penyelesaian masalah. Penggunaan *Neural Network* sebagai sistem kontrol utama telah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya[8][9]. *Neural Network* (NN) adalah paradigma pemrosesan informasi yang mengambil cara kerja dari bagaimana suatu *Neural System* secara biologis bekerja, yang mana terdapat suatu kumpulan dari *Neurons* yang saling terhubung di satu sama lain. Salah satu contoh dari ANN adalah *Multi Layer Perceptron* (MLP), dimana struktur dari MLP adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Struktur umum *Multi Layer Perceptron*[10]

Gambar 1 menunjukkan struktur MLP pada umumnya terdiri dari 3 layer. Layer pertama adalah *Input Layer*, yang berguna untuk memberi inputan kepada AI. Layer kedua atau disebut sebagai *Hidden Layer*, menentukan mapping non-linear antara input dan output data, dan jumlah neuron pada layer ini dapat ditentukan melalui *trial-and-error* untuk menentukan parameter terbaik, dimana pada MLP, *Hidden Layer* dapat berjumlah lebih dari 1 layer (paling umum dijumpai sebanyak 2-3 layer). Pada bagian paling akhir terdapat *Output Layer*, dimana menampilkan hasil komputasi dari *Hidden Layer*, yang memiliki bobot atau *weight* paling linear dengan inputannya.

### B. Raspberry pi

Raspberry pi atau sering disingkat Raspi adalah suatu *single-board computers* yang berukuran kecil yang dikembangkan oleh Raspberry pi Foundation, dimana Raspi telah mengalami perubahan dan perbaikan dari segi hardware dan software yang dapat digunakan. Raspi yang digunakan adalah Raspi 3 Model B. Raspi jenis ini telah mendukung komunikasi dengan komputer sebagai monitor melalui kabel Ethernet dan juga mendukung pemberian input suara melalui Microphone slot yang terdapat di board RasPI. Sedangkan untuk software yang digunakan pada RasPI adalah OS Raspbian, suatu OS yang didasarkan pada Debian-Linux dan bahasa pemrograman utama yang digunakan adalah Python.

### C. Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna dengan filosofi perancangan yang berfokus pada tingkat keterbacaan kode. Python diklaim sebagai bahasa yang menggabungkan kapabilitas, kemampuan, dengan sintaksis kode yang sangat jelas, dan dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar yang besar serta komprehensif.

Python mendukung multi paradigma pemrograman, utamanya; namun tidak dibatasi; pada pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperatif, dan pemrograman fungsional. Salah satu fitur yang tersedia pada Python adalah sebagai bahasa pemrograman dinamis yang dilengkapi dengan manajemen memori otomatis. Seperti halnya pada bahasa pemrograman dinamis lainnya, python umumnya digunakan sebagai bahasa skrip meski pada praktiknya penggunaan bahasa ini lebih luas mencakup konteks pemanfaatan yang umumnya tidak dilakukan dengan menggunakan bahasa skrip. Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai platform sistem operasi.

Untuk mendukung terlaksananya penelitian kali ini, akan digunakan suatu *library* tambahan yang berasal dari Python, yaitu Scikit-learn. Scikit-learn adalah suatu *open-source software* yang menyediakan fitur mengenai *machine-learning*. Di dalam Scikit-learn, terdapat beberapa metode yang sering digunakan seperti algoritma *random forest*, *k-means*, maupun *vector machines*. Scikit digunakan untuk mendukung penggunaan kecerdasan buatan dalam bentuk *Multi-Layer Perceptron*.

### D. Respeaker

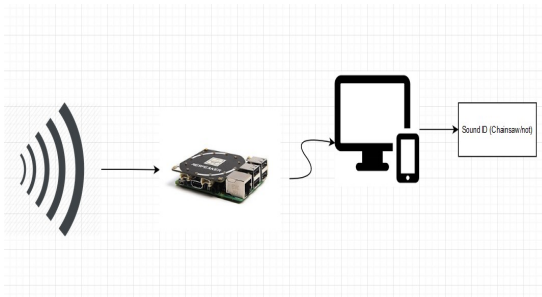
*Respeaker* merupakan salah satu peralatan pelengkap dari board *Raspberry pi*, dimana fungsinya adalah sebagai *sound detector*. *Respeaker* digunakan pada penelitian kali ini sebagai peralatan yang akan membantu menangkap suara yang nantinya akan diproses oleh board Raspi. *Respeaker* memiliki banyak varian, dimana tipe yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah *Respeaker 4-mic-array*, yang berarti dapat mendeteksi suara dari 4 sisi *Respeaker* tersebut.

### III. DESAIN SISTEM

Sistem yang akan digunakan memiliki beberapa skema dalam pembangunan dan pendirian sistem, diantaranya sebagai berikut:

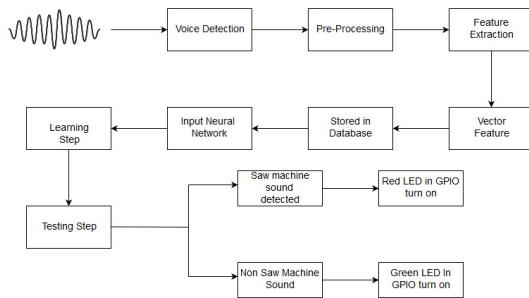
#### A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem digunakan untuk membuat atau merancang sebuah pengolahan sinyal yang mana berfungsi memproses suatu masukan yang memasuki sistem nantinya dan keluarannya sesuai dengan harapan yang diinginkan. Dalam penelitian ini sistem yang telah dirancang nanti akan dibagi menjadi beberapa bagian untuk pemrosesan sinyal masukan melalui *respeaker*, pengekstrasian pola karakteristik sinyal suara dan proses pelatihan dan pengenalan pola tersebut dengan menggunakan suatu kecerdasan buatan. Gambaran skema sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Gambaran sistem umum

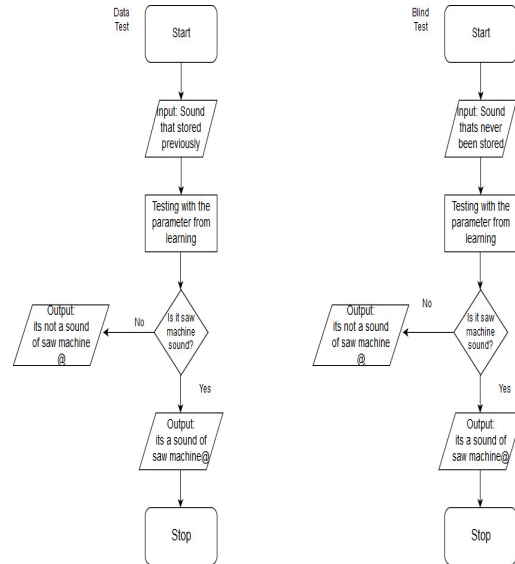
#### B. Rancangan sistem sound recognition



Gambar 3. Sistem *sound recognition* sistem

Gambar 3 menunjukkan tahap tahap yang akan dilakukan pada penelitian kali ini. Langkah pertama adalah sistem pendeteksian suara atau biasa dikenal sebagai *sound recognition*. Ketika *Respeaker* mendeteksi adanya suatu suara dari lingkungan, suara tersebut akan mengalami tahap *pre-processing* (dimulai dari tahap *pre-emphasis* hingga *Discrete Cosine Transform (DCT)*). Suara yang telah mengalami proses pengolahan ini, akan mengalami ekstraksi fitur (*Feature Extraction*) untuk menjadi ciri khas dari suara tersebut. Fitur-fitur dari suara tersebut akan disimpan dalam suatu database, dan menjadi masukan untuk proses pelatihan ANN. Tujuan dari proses pelatihan kecerdasan buatan adalah untuk menemukan arsitektur atau struktur terbaik yang dapat digunakan untuk proses identifikasi nantinya. Setelah

arsitektur terbaik didapatkan, maka proses terakhir adalah proses pengujian dimana terdapat 2 proses pengujian. Proses pengujian yang pertama disebut *data testing*, dimana menggunakan suara yang berasal dari *database* suara yang telah digunakan sebagai input, dimana keakuratan sistem harus mencapai 100%, dikarenakan tahap pengujian ini akan dijadikan tolak ukur struktur kecerdasan buatan. Proses pengujian yang kedua disebut *blind testing*, dimana menggunakan suara yang bukan berasal dari *database* suara yang digunakan untuk proses pelatihan. Output dari pengujian ini adalah status “suara gergaji” atau “bukan suara gergaji” didasarkan pada kemiripan fitur suara yang dideteksi dengan suara yang disimpan dalam *database*. Diagram alur dari proses *training* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alur proses *testing*

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian arsitektur kecerdasan buatan

Pada tahap pengujian ini dilakukan uji coba terhadap arsitektur kecerdasan buatan yang telah didapatkan dari proses *trial-and-error*. Dalam menentukan arsitektur tersebut, hanya layer *hidden* saja yang dapat dimanipulasi. Layer input merupakan fitur yang didapatkan dari suatu suara, dimana 1 suara disampling dengan frekuensi 16 Khz, dan durasi sampling adalah 2 s. Suara akan dibagi menjadi *frame-frame* dengan durasi per *frame* 20 ms. Terdapat *overlapping* sebesar 50% untuk tiap *frame* dan tipe sampling adalah *mono-channel*. Satu buah frame akan mengalami ekstraksi fitur MFCC sebanyak 13 koefisien. Dengan mengumpulkan semua data-data tersebut, disimpulkan bahwa dari suatu sumber suara maka akan didapatkan fitur sebesar 2.857 fitur. Akan terdapat 10 sumber suara yang dijadikan masukan proses pelatihan AI, dimana 8 suara adalah suara gergaji sedangkan 2 suara adalah suara non-gergaji. Output layer berisi 10 *node*, dimana 1 *node* adalah 1 bit kemungkinan dari 10 bit dari keseluruhan suara, Apabila bit bernilai 1 berada pada posisi MSB (*Most Significant Bit*) maka suara tersebut

adalah suara pertama, dan apabila berada pada posisi LSB (*Least Significant Bit*) maka suara tersebut adalah suara ke 10. Pelabelan suara dilakukan secara urut (suara gergaji satu = suara satu, suara gergaji dua = suara dua, dan seterusnya). Untuk *Hidden layer* ada beberapa arsitektur yang dicoba dalam tahap pengujian, yaitu:

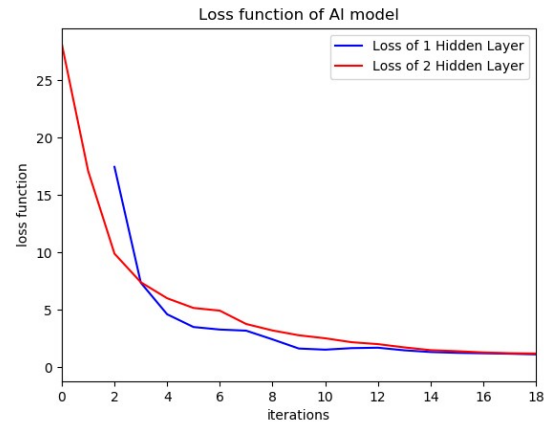
- Satu AI dengan satu *Hidden Layer* (30 *node*).
- Satu AI dengan dua *Hidden Layer* (30 *node* untuk *layer* 1 dan 40 *node* untuk *layer* 2).

Hasil dari pengujian *data training* ini dapat dilihat pada Tabel 1. Suara 1-8 adalah suara gergaji sedangkan suara 9-10 adalah suara bukan gergaji. Output yang diinginkan adalah model AI dapat memberikan label “suara gergaji” pada suara 1-8 dan “bukan suara gergaji” pada suara sisanya.

Tabel 1. Hasil uji data *training* pada arsitektur kecerdasan buatan

Suara masukan ke-	Label model AI	
	Satu <i>Hidden Layer</i>	Dua <i>Hidden Layer</i>
1	Suara gergaji	Suara gergaji
2	Suara gergaji	Suara gergaji
3	Suara gergaji	Suara gergaji
4	Suara gergaji	Suara gergaji
5	Suara gergaji	Suara gergaji
6	Suara gergaji	Suara gergaji
7	Suara gergaji	Suara gergaji
8	Suara gergaji	Suara gergaji
9	Bukan suara gergaji	Bukan suara gergaji
10	Bukan suara gergaji	Bukan suara gergaji
Akurasi total	100%	100%

Tabel 1 menunjukkan bagaimana respons yang dihasilkan oleh kedua model AI terhadap masukan berupa suara yang digunakan pada proses pelatihan atau *training data*. Akurasi yang diharapkan adalah 100% untuk data jenis ini, dikarenakan data ini merupakan patokan proses pelatihan atau *training* dari model-model AI tersebut. Dilihat dari hasil yang diperlihatkan pada Tabel 1, kedua model AI yang disarankan dapat memenuhi akurasi yang diinginkan. Oleh karena alasan ini, maka diperlukan suatu pemeriksaan untuk mengecek berapa besarnya *loss function* yang terjadi selama proses pelatihan. Adapun *loss function* untuk kedua jenis model AI ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 5. *Loss function* dari model AI yang digunakan

Dengan melihat gambar 5, dapat dilihat bahwa *loss function* dari model AI yang menggunakan 1 *hidden layer* lebih rendah dibandingkan dengan ketika menggunakan model 2 *hidden layer*. Di sisi lain, dengan mempertimbangkan segi waktu proses *training* yang jauh lebih panjang ketika menggunakan 2 *hidden layer*, maka arsitektur 1 *hidden layer* merupakan struktur model AI yang lebih optimal untuk digunakan.

#### B. Pengujian suara non-training

Pada tahap pengujian ini, akan dilakukan pengujian terhadap arsitektur-arsitektur kecerdasan buatan yang telah ditentukan sebelumnya, untuk melihat bagaimana respon yang diberikan oleh AI pada suara yang tidak pernah didengarkan. Output yang diharapkan adalah AI dapat membedakan bahwa bunyi yang tidak dikenali tersebut apakah bunyi tersebut adalah bunyi gergaji atau tidak. Proses *blind-testing* dilakukan dengan mempertimbangkan seberapa besar kemiripan dari suara yang baru dideteksi dengan suara yang berasal dari *training*. Proses *blind testing* akan menggunakan data di luar data *training*, dimana digunakan 2 data suara gergaji dan 3 suara non-gergaji dalam tahap ini. Suara 1-dan suara 2 adalah suara gergaji yang tidak pernah dimasukkan pada proses pelatihan, dan suara 3-4 adalah suara bukan gergaji yang tidak pernah masuk proses pelatihan. Hasil dari tahap pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji data *non-training* pada arsitektur 1 AI

Suara masukan ke-	Label model AI	
	Satu <i>Hidden Layer</i>	Dua <i>Hidden Layer</i>
1	Suara gergaji	Suara gergaji
2	Suara gergaji	Bukan gergaji
3	Bukan gergaji	Bukan gergaji
4	Suara gergaji	Suara gergaji
5	Suara gergaji	Suara gergaji
Akurasi	60%	40%

Dari Tabel 2, model AI yang menggunakan 1 *hidden layer* memiliki kesalahan pelabelan pada suara nomor 4 dan 5 (seharusnya dideteksi sebagai suara bukan gergaji) sedangkan pada model AI yang menggunakan 2 *hidden layer*, kesalahan terjadi pada pelabelan suara nomor 2 (seharusnya gergaji) dan nomor 4 dan 5 (seharusnya dideteksi sebagai suara bukan gergaji). Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan model AI dengan satu *hidden layer*, memiliki keunggulan dalam bentuk akurasi yang lebih tinggi dibandingkan 2 *hidden layer* dan juga memiliki waktu *training* yang lebih singkat. Dikarenakan pandemi yang sedang berlangsung, maka jumlah suara *database* dan juga lingkungan pengujian sangat terbatas. Penambahan *database* suara yang lebih besar akan meningkatkan akurasi sistem, ditambah pengekstrasian fitur yang bersifat lebih dinamis.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Ekstraksi fitur diperlukan untuk dapat mewakili sifat suara dalam bentuk koefisien, untuk menjadi masukan dari suatu model kecerdasan buatan, Untuk suara, MFCC merupakan fitur yang banyak digunakan.
2. Dari model kecerdasan buatan yang telah digunakan, model yang menggunakan 1 *hidden layer* memiliki keunggulan baik dari segi waktu maupun akurasi klasifikasi dibandingkan dengan model 2 *hidden layer*.
3. Untuk menerapkan model AI, dapat dipilih peralatan yang mumpuni dalam melaksanakan proses *training* dan *testing* secara cepat. Raspberry pi 3B dipilih karena peralatan ini cukup mampu dalam melakukan proses pembelajaran dan *testing* dengan durasi yang singkat.

### B. Saran

Dalam pembuatan sistem, masih ditemukan beberapa kelemahan yang dapat diperbaiki untuk penelitian kedepannya. Beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis antara lain:

1. Melakukan pengujian pada kondisi *real* dengan menggunakan sumber suara yang lebih banyak dan bervariasi dapat membantu meningkatkan akurasi sistem.

2. Menggunakan *device* yang memiliki spek lebih tinggi dibandingkan dengan Raspberry pi 3B akan meningkatkan waktu *training* maupun proses sistem secara keseluruhan.
3. Mengetes parameter-parameter kecerdasan buatan yang lain untuk mengetahui dampak dari perubahan parameter parameter tersebut terhadap akurasi sistem.

## REFERENCES

- [1] Fady Medhat dan dkk, *Environmental Sound Recognition using Masked Conditional Neural Network*, *Advanced Data Mining and Applications: 13th International Conference*, 2017.
- [2] J. Mohammadi dan dkk. *Performance evaluation of chain saw machines for dimensional stones using feasibility of neural network models*, *Journal of Mining & Environment(JME)*, 2018.
- [3] Yesy Diah Rosita dan Hartarto Junaedi. *Infant's cry sound classification using Mel-Frequency Cepstrum Coefficients feature extraction and Backpropagation Neural Network*, *2nd International Conference on Science and Technology (ICST)*, 2016.
- [4] Siddhant C. Joshi dan Dr. A.N.Cheeran, "MATLAB Based Feature Extraction Using Mel Frequency Cepstrum Coefficients for Automatic Speech Recognition", *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, vol. 3, 1820-1823, 2014.
- [5] Rhoma Bharti dan Priyanka Basal, *Real Time Speaker Recognition System using MFCC and Vector Quantization Technique*, *International Journal of Computer Application*, vol 117, 2015.
- [6] Lotfi Salhi dan Adnane Cherif. *Robustness of Auditory Teager Energy Cepstrum Coefficients for Classification of Pathological and Normal Voices in Noisy Environments*, *Scientific World Journal*, 2013.
- [7] Artan Luma, *Real Time Access Control Based on Face Recognition*, *International Conference on Network security & Computer Science*, 2015.
- [8] Wouter Gevaert, *Neural Network used for Speech Recognition*, *Journal of Automatic Control*, vol 20, 2010.
- [9] Aditya Khamparia dan dkk, *Sound Classification Using Convolutional Neural Network and Tensor Deep Stacking Network..*
- [10] Lotfi Salhi dan Adnane Cherif. *Robustness of Auditory Teager Energy Cepstrum Coefficients for Classification of Pathological and Normal Voices in Noisy Environments*, *Scientific World Journal*, 2013.