

## SISTEM IDENTIFIKASI KESEHATAN PENCERNAAN BERDASARKAN SUARA USUS MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Ryzaldi Ananda Fabiana<sup>1</sup>, Barlian Henryranu Prasetyo<sup>\*2</sup>, Eko Setiawan<sup>3</sup>, Syahrul Chilmi<sup>4</sup>, Edita Rosana Widasari<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Universitas Brawijaya, Malang

Email: <sup>1</sup>ryzaldifabiana@gmail.com, <sup>2</sup>barlian@ub.ac.id, <sup>3</sup>ekosetiawan@ub.ac.id, <sup>4</sup>s\_chilmi.fk@ub.ac.id,  
<sup>5</sup>editarosana@ub.ac.id

<sup>\*</sup>Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 01 September 2022, diterima untuk diterbitkan: 12 April 2023)

### Abstrak

*Ileus* adalah salah satu penyakit usus yang disebabkan oleh tersumbatnya *lumen* usus akibat berhentinya gerak peristaltik di dalam usus. Jika tidak ditangani dengan cepat, *Ileus* bisa menyebabkan usus berlubang. Namun, penderita *Ileus* seringkali tidak menyadari terjadinya penyakit ini di dalam tubuhnya, sehingga sebaiknya memeriksakan kesehatan pencernaan setiap hari sebagai pencegahan. Oleh karena itu, diperlukan stetoskop digital untuk memberikan jawaban dari hasil *auskultasi*. Penelitian ini menggunakan stetoskop yang dimodifikasi dengan *soundcard* yang terhubung dengan *raspberry pi* dan ditampilkan melalui aplikasi VNC Viewer. Sedangkan *Convolutional Neural Network* dengan model tensor flow digunakan sebagai metode klasifikasi dan MFCC teknik ekstraksi fiturnya. Sistem merekam dan mendeteksi kehadiran suara perut dengan *auskultasi* selama 10 detik, dan jika terdeteksi suara perut lebih dari 1 maka dapat disimpulkan pencernaan itu sehat, begitu juga sebaliknya. Dalam penelitian ini, uji klasifikasi untuk yang lain diberi label 'NIHIL' suara perut, dan hasil *auskultasi* adalah 5,85 detik untuk uji klasifikasi. Akurasi yang diperoleh untuk klasifikasi TERDETEKSI adalah 90%, dan untuk 'NIHIL' adalah 100%.

**Kata kunci:** *Ileus*, MFCC, *Convolutional Neural Network*, suara perut

## IDENTIFICATION SYSTEM FOR DIGESTIVE HEALTH BY BOWEL SOUND USING *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

### Abstract

*Ileus* is one intestinal disease caused by the blockage of the bowel lumen due to the cessation of peristalsis within the intestine. If not handled quickly, *Ileus* could lead to a perforated bowel. However, the sufferer of *Ileus* often does not realize the occurrence of this disease within his body, so it would be better to check up on the digestive health every day as a preventive. Therefore, a digital stethoscope is needed to provide answers from auscultation results. This study used a modified stethoscope with a soundcard connected to the raspberry pi and displayed through the VNC Viewer application. Meanwhile, *Convolutional Neural Network* with tensor follow model is used as the classification method and MFCC Technique as the feature extraction. The system records and detects the bowel noise with auscultation for 10 seconds, and if the bowel noise is detected more than 1 time, it means normal condition or health, and vice versa. In this study, the classification test for another was labeled with 'NIHIL,' and the auscultation result was 5.85 seconds for the classification test. The accuracy obtained for the classification of 'digestion-sound' is 90%, and for the 'no digestion sound' is 100%.

**Keywords:** *Ileus*, MFCC, *Convolutional Neural Network*, bowel sounds

## 1. PENDAHULUAN

Penyakit perut akut biasanya menyerang sistem pencernaan. Sistem pencernaan adalah sistem organ yang menerima makanan, mencerna makanan untuk energi dan nutrisi, dan membuang limbah dari proses tersebut. Usus merupakan bagian penting dari salah satu saluran pencernaan. Usus berfungsi dengan

menyerap nutrisi. Salah satu masalah pada usus yang dapat menyerang anak-anak bahkan orang dewasa dan menimbulkan komplikasi yang mengancam jiwa adalah *ileus* obstruktif (Hall, 2011).

*Ileus* obstruktif adalah suatu keadaan dimana isi *lumen* saluran cerna tidak dapat tersalurkan ke distal karena adanya sumbatan atau obstruksi mekanis yang disebabkan oleh kelainan pada *lumen* usus, dinding

usus atau di luar usus yang menekan atau kelainan vaskularisasi pada suatu segmen usus yang menyebabkan nekrosis segmen usus (Cappell, 2017). Data *ileus* obstruktif menempati 6% dari seluruh populasi dunia. Data statistik dari berbagai negara melaporkan variasi kejadian *ileus* obstruktif. Insiden *ileus* obstruktif di Amerika Serikat adalah sekitar 0,13%. Selain itu, menurut laporan data dari Nepal, jumlah pasien dengan *ileus* obstruktif dan *ileus* paralitik adalah 1053 kasus, 5,32%. *Ileus* obstruktif Indonesia menempati urutan ke-6 dari sepuluh penyebab kematian tertinggi pada kelompok usia 1-4 tahun, dengan proporsi 3,34% pada tahun 2019 (Gil Pinheiro, 2019). Kasus *ileus* obstruktif termasuk dalam 10 besar penyakit yang dirawat di ruang HCU RS Mangusada.

Data RS Mangusada tahun 2019 menunjukkan 83 kasus *ileus* obstruktif. Pada tahun 2020 terdapat 100 kasus *ileus* obstruktif. Sedangkan pada tahun 2021 terdapat 104 kasus pada rentang usia anak. *Ileus* dapat terjadi pada semua usia, termasuk usia anak-anak. Perbandingan antara laki-laki dan perempuan memiliki kemungkinan yang sama untuk menderita penyakit ini. Oleh karena itu, pada pasien yang telah didiagnosis dengan *ileus* obstruktif, pembedahan harus dilakukan setiap saat. Penundaan operasi dapat menyebabkan berbagai komplikasi. Oleh karena itu diperlukan stetoskop digital yang dapat memberikan hasil peringatan dari *auskultasi* yang dilakukan karena *ileus* ini dapat terjadi tanpa disadari oleh penderita *ileus*, sehingga harus dilakukan pemeriksaan abdomen setiap hari.

Diperlukan penelitian menggunakan *raspberry pi* dan modifikasi stetoskop menggunakan *clip-on microphone* dan *soundcard* kemudian dihubungkan dengan *raspberry pi* menggunakan metode *Convolutional Neural Network* dan ekstraksi fitur *Mel Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC). MFCC (Juzheng Liu, 2018) merupakan salah satu fitur suara yang banyak digunakan untuk pengenalan suara. Salah satu alasan mengapa MFCC digunakan adalah karena memerlukan *auskultasi* yang tergantung pada persepsi ahli medis. Penggunaan MFCC pada suara pencernaan menghasilkan pengembangan model otomatis untuk menginterpretasikan cara yang sama seperti yang dilakukan para ahli medis saat melakukan *auskultasi*. *Convolutional Neural Network* (CNN) (Youxing Zhu, 2019) merupakan salah satu metode *deep learning* yang digunakan untuk klasifikasi data citra karena karakteristik MFCC yang mirip dengan data citra. Oleh karena itu, CNN digunakan untuk mengklasifikasikan data menggunakan hasil ekstraksi fitur MFCC (Aditya Dhavala, 2022).

Setelah penelitian ini dilakukan, dihasilkan solusi berupa alat dan metode untuk menggantikan stetoskop digital menggunakan suara perut sebagai input dan pengenalan dengan jaringan syaraf tiruan. Solusi tersebut diharapkan dapat membantu dalam

melakukan deteksi penyakit dengan mengenali suara perut.

## 2. PUSTAKA DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari pembahasan mengenai Sistem Monitoring Kesehatan Usus Berbasis *Embedded System* dan Suara Usus. Pembahasan Sistem Monitoring Kesehatan Usus terdiri dari data set suara usus, pemrosesan suara usus, pattern recognition, deteksi suara usus, dan monitoring kesehatan usus.

Penelitian terkait suara usus telah dilakukan pada beberapa peneliti. Terdapat penelitian menggunakan stetoskop dan microphone untuk mengambil nilai sinyal suara lalu diproses menggunakan aplikasi recording di laptop (Ma, 2020). Fitur MFCC digunakan untuk klasifikasi, pada penelitian sebelumnya digunakan metode *Long Short Term Memory (LSTM) Neural Network* (Juzheng Liu, 2018), dan menggunakan adaptive filtering untuk optimalisasi suara pencernaan perut (Yue Yin, 2015).

### 2.1. Suara Perut

Usus memainkan peran kunci dalam pencernaan manusia dan penyerapan nutrisi. Usus kecil menyerap nutrisi dari makanan dan panjangnya 20 kaki pada orang dewasa, usus besar menyerap air dan membuat kotoran dan panjangnya 5 kaki (Hall, 2011).

Suara perut disebabkan oleh gerakan usus yang mendorong makanan melalui usus dan memiliki bentuk seperti pipa (T. Sunil Kumar, 2019). Suara perut menunjukkan hal-hal yang khas, tetapi dalam situasi lain mereka menandakan gejala yang menyimpang, seperti *Ileus*, yang menyebabkan gas, cairan, dan isi usus untuk membangun dan memecahkan dinding usus (Nasrin Razavianzadeh, 2016).



Gambar 1 Obstruksi Usus

Suara perut normal berbunyi “klik” dan berdeguk 5-30 kali per menit, menurut penelitian (Dewa, 2016). Kurang dari 5 menyiratkan Peritonitis dan *Ileus*, jika lebih besar dari 30 menunjukkan Diare.

Dalam penyelidikan ini, konversi dalam waktu 10 detik digunakan untuk menentukan jumlah frekuensi yang menunjukkan perut yang khas.

$$\begin{aligned}\Sigma S_{max} &= \frac{5}{60} = \frac{x}{10} \\ x &= 0,83 = 1 \text{ dibulatkan ke atas} \\ \Sigma S_{max} &= \frac{30}{60} = \frac{x}{10}\end{aligned}$$

$$x = 5$$

$\sum S_{max}$  adalah jumlah maksimal suara perut yang terindikasi normal dan  $\sum S_{min}$  adalah jumlah minimal suara perut yang terindikasi normal. Suara usus 1-5 menunjukkan suara perut yang khas dalam 10 detik, menurut persamaan sebelumnya (Cappell, 2017).

## 2.2. Sistem Monitoring Kesehatan Usus Berbasis Embedded System

Penelitian (Ma, 2020) ingin membantu penanganan Covid-19 yang sangat menular pada tahun 2020 dan mengatasi kekurangan profesional kesehatan di seluruh dunia. Stetoskop adalah alat yang digunakan dokter untuk mendeteksi penyakit, tetapi dibutuhkan kemampuan khusus dokter untuk mengetahui penyebab penyakit sulit untuk menemui dokter setiap hari selama masa Covid-19. Terdapat stetoskop digital yang dapat menawarkan temuan diagnostik dari hasil *auskultasi*, tetapi stetoskop digital yang ada di pasaran berharga mahal, yang merupakan tantangan bagi masyarakat kurang mampu. Untuk pemeriksaan kesehatan, dibutuhkan stetoskop digital bertenaga AI (Hanjun Jiang, 2020).

Dalam penelitian untuk merancang stetoskop digital murah, digunakan stetoskop manual dan klip mikrofon seharga yang cukup terjangkau dibandingkan dengan stetoskop digital. Memotong tabung stetoskop dan menghubungkannya ke mikrofon *clip-on* memungkinkan suara dari kepala mengalir langsung ke mikrofon. Saat merekam dengan *smartphone*, pasang stetoskop yang dimodifikasi ke *jack audio*. Jika *port jack audio* tidak berfungsi, gunakan konverter ke USB dan hubungkan ke *smartphone* (Akshat, 2018).

Pelatihan data akan dilakukan menggunakan TensorFlow 2.1, dan proyek ini akan berkonsentrasi pada area trakea. Penelitian ini mengklasifikasikan Suara Sehat, PPOK, Pneumonia, dan ISPA. Pelatihan dalam penelitian ini memiliki akurasi 73,3%, yang dapat ditingkatkan dengan menggunakan lebih banyak sampel (Kang Zhao S. F., 2022).

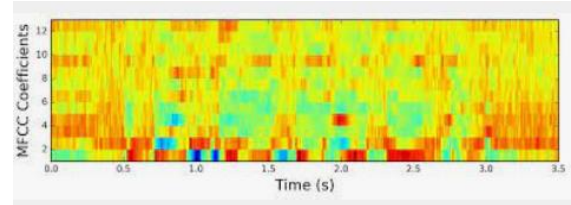
### 2.2.1. Dataset Suara Usus

Penelitian ini menggunakan data latih *bowel-sounds* dari kaggle (Jakub Ficek, 2021) yang berisi kumpulan data yang berisi 1605 file suara dari 19 orang. Data set tersebut berisi 321.000 rekaman 10ms yang diberi label oleh dokter. Kumpulan data termasuk XXX.wav (44,1kHz, 24bit) dan XXX.cvs (label menunjukkan lokasi bising usus). Model diperoleh dari hasil *training* suara perut yang sehat dan tidak ada suara perut kemudian dibandingkan data uji suara perut dari setiap orang dengan data latih.

### 2.2.2. Pemrosesan Suara Usus

Dalam melakukan pemrosesan suara usus, penelitian ini menggunakan MFCC. MFCC adalah fitur yang sering digunakan dalam pengenalan suara

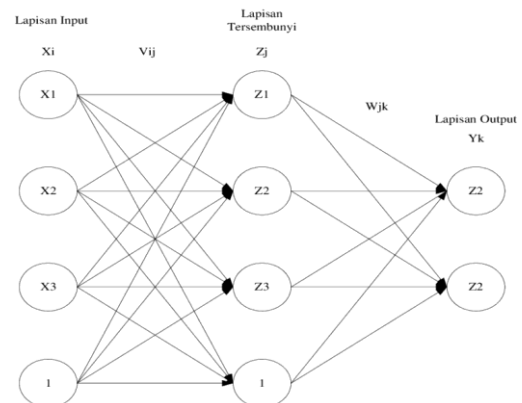
(Juzheng Liu, 2018). Keunggulan MFCC meliputi penangkapan fitur suara pengenalan suara yang penting dan informasi sinyal suara, memberikan data seminimal mungkin tanpa menghapus detail penting, dan serupa dengan organ pendengaran manusia dalam membuat persepsi terhadap sinyal suara (Aditya Dhavala, 2022). Berikut adalah contoh bentuk data MFCC ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2 MFCC Spectrogram

### 2.2.3. Pattern Recognition

*Pattern recognition* atau teknik pengenalan pola yang digunakan adalah *jaringan syaraf tiruan* (JST). JST meniru cara otak manusia memecahkan masalah dengan mengubah bobot sinaptik secara berulang-ulang. JST menganalisis aktivitas masa lalu. JST mempelajari data lama hingga menghasilkan sebuah pola (Juzheng Liu, 2018). Contoh JST ditunjukkan Gambar 3.



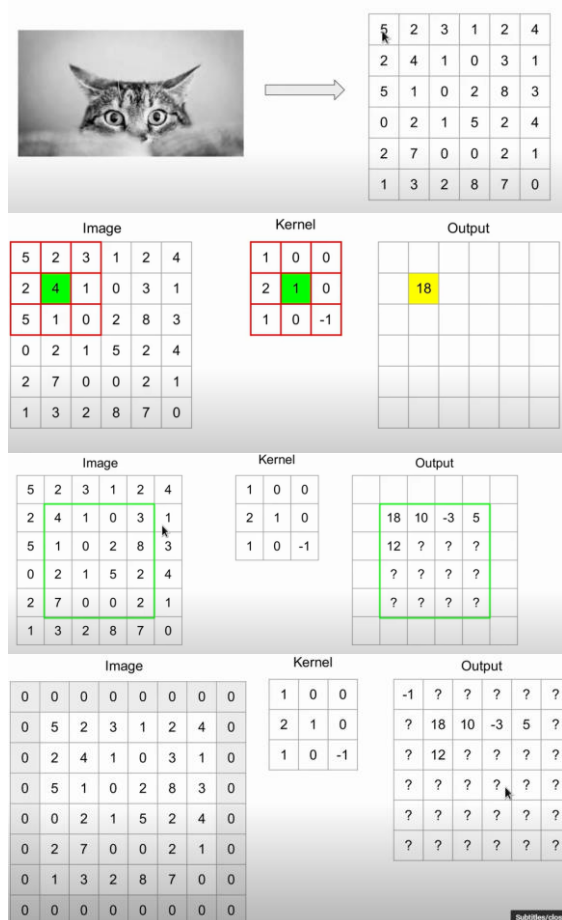
Gambar 3 Jaringan Syaraf Tiruan

*Hidden layer* (lapisan tersembunyi), *input layer* (lapisan input), dan *output layer* (lapisan output) membentuk JST. Pada *input layer*, *input* dikirimkan pada bobot *hidden layer*. Fungsi aktivasi *hidden layer* bervariasi nilainya tergantung pada fungsi yang digunakan. Fungsi aktivasi yang digunakan biasanya adalah fungsi *Sigmoid*, yang memberikan nilai 0-1 tergantung pada *input* yang akan dimasukkan. Namun, fungsi *Sigmoid* tidak dapat memproses nilai *input* negatif, sehingga dibuat fungsi *Relu* yang dapat memproses nilai *input* positif atau negatif. Jika nilai *input* yang dimasukkan negatif, nilainya diatur ke 0; jika positif, nilainya diatur ke 1. Fungsi *output* menampilkan *output* yang dihasilkan oleh fungsi aktivasi, *input*, dan *hidden layer* untuk memberikan nilai berdasarkan label.

CNN (Kang Zhao H. J., 2020), adalah salah satu jenis JST yang dapat menangani data dengan kualitas seperti gambar. CNN dapat digunakan untuk mengidentifikasi objek visual. CNN adalah metode yang dipengaruhi oleh cara mamalia menghasilkan hasil persepsi visual.

CNN pada dasarnya identik dengan JST pada umumnya (Kang Zhao H. J., 2020). Perbedaannya terdapat pada komponen Convolution dan Pooling yang dimiliki CNN.

*Convolution* menggunakan *kernel* untuk menyaring atau menimbang gambar. *Kernel* bertindak sebagai pendeteksi fitur atau mengekstrak fitur gambar, dan biasanya dilatih agar dapat melakukannya dengan lebih baik (Kang Zhao S. F., 2022).



Gambar 4 Proses CNN

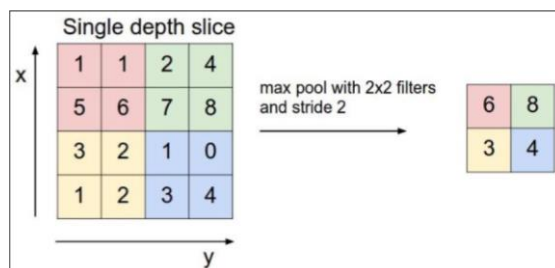
Gambar di atas memiliki nilai piksel pada setiap matriks gambar, dan kernel menyaring gambar *input* berbasis matriks untuk menghasilkan persamaan *output* berikut.

*Convolution* melibatkan *padding* sehingga *output* kernel dapat mengisi semua matriks *output*. *Pooling layer* mengurangi *convolution matrix* untuk menyederhanakan perhitungan dengan memproses lebih sedikit nilai tanpa menghilangkan propertinya.

*Max pooling* mengambil nilai matriks terbesar sementara *Average Pooling* mendapatkan rata-rata. Lapisan penyatuan mengurangi ukuran peta fitur

untuk mempercepat penghitungan dengan memperbarui lebih sedikit parameter.

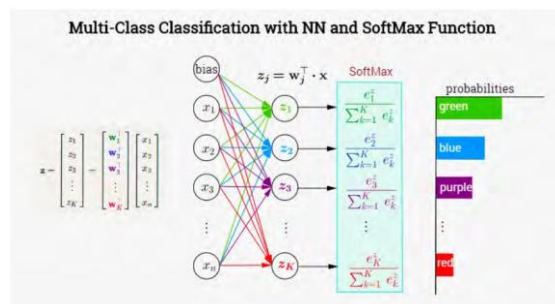
Saat mendesain model CNN, jumlah pooling *layer* harus dipilih dengan cermat untuk meningkatkan kinerja (Lee, Gallagher, & TU, 2015). Penggabungan lapisan menyusutkan setiap lapisan peta. Lapisan penyatuan yang paling umum menggunakan filter 2x2 dan langkah 2x2 untuk mengurangi peta fitur ke ukuran aslinya yang ditunjukkan Gambar 5.



Gambar 5 contoh max pooling

Semua *neuron* lapisan sebelumnya menyatu dalam lapisan *Fully Connected* (FC). FC menentukan hasil visual. Lapisan ini membutuhkan data vektor. Kita membutuhkan fungsi untuk mengubah array multidimensi menjadi vektor. Semua *neuron* sebelum penggabungan memasuki tahap *flatten*, yang mengubah hasil pooling *layer* terakhir menjadi vektor.

Klasifikasi multi-kelas menggunakan fungsi *softmax*. *Softmax* memprediksi hasil CNN. Gambar 6 adalah klasifikasi dengan fungsi *softmax*.



Gambar 6 penggunaan softmax

Gambar 6 menunjukkan proses kategorisasi menggunakan *softmax*. *Softmax* menghitung kemungkinan setiap kelas objek terhadap semua kelas yang ada selama kategorisasi. *Softmax* memiliki rentang probabilitas keluaran 0-1, dan menambahkan semua probabilitas kelas target sama dengan 1.

## 2.2.4. Deteksi Suara Usus

Pada penelitian ini, deteksi suara usus dilakukan dengan mengubah sinyal suara yang didapatkan menjadi sinyal MFCC. Kemudian, sinyal MFCC yang telah didapatkan akan diproses menggunakan CNN sehingga didapatkan hasil klasifikasi terhadap suara perut yang diujikan (Aditya Dhavala, 2022).

### 2.2.5. Monitoring kesehatan Usus

Dalam penelitian tentang monitoring kesehatan usus (Vrushali Gadade, 2014) terdapat perangkat untuk memantau suhu, detak jantung, dan saturasi oksigen darah pada kecepatan yang ditentukan. Sistem memproses nilai parameter ini. Ketika parameter tubuh ini keluar dari jangkauan, sistem akan memperingatkan dokter dan kerabat melalui SMS. Sistem tersebut akan mengingatkan dokter, kerabat, dan tenaga medis darurat. Jadi baik kerabat maupun pasien tidak perlu tinggal di rumah sakit sepanjang waktu untuk memantau perubahan kesehatan.

Sensor yang terhubung ke tubuh pasien akan mengukur parameter tubuh, yang akan diperkuat dan disaring. Sensor mengkomunikasikan data yang diproses. Server jarak jauh menerima data ini. Dengan demikian, server akan merekam parameter yang diukur dalam database yang dapat digunakan oleh dokter. Berdasarkan data yang disimpan, dokter dapat mengusulkan tindakan pencegahan dan pengobatan.

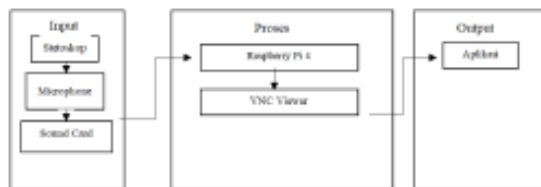
Perangkat keras *Bluetooth* menerima EKG, *plethysmograph*, dan suhu tubuh melalui *Bluetooth* dan menyimpannya dalam database *SQLite*. Grafik sisi server menunjukkan EKG, *plethysmograph*, dan suhu tubuh. Jika terdapat anomali, dokter dan kerabat diberitahu sistem.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

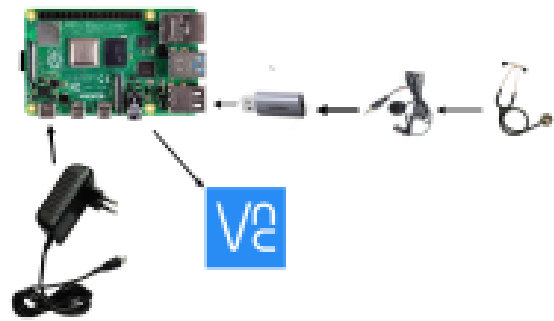
Pada subbab hasil dan pembahasan menjelaskan tentang proses perancangan, implementasi, dan pengujian yang dilakukan.

### 3.1. Perancangan

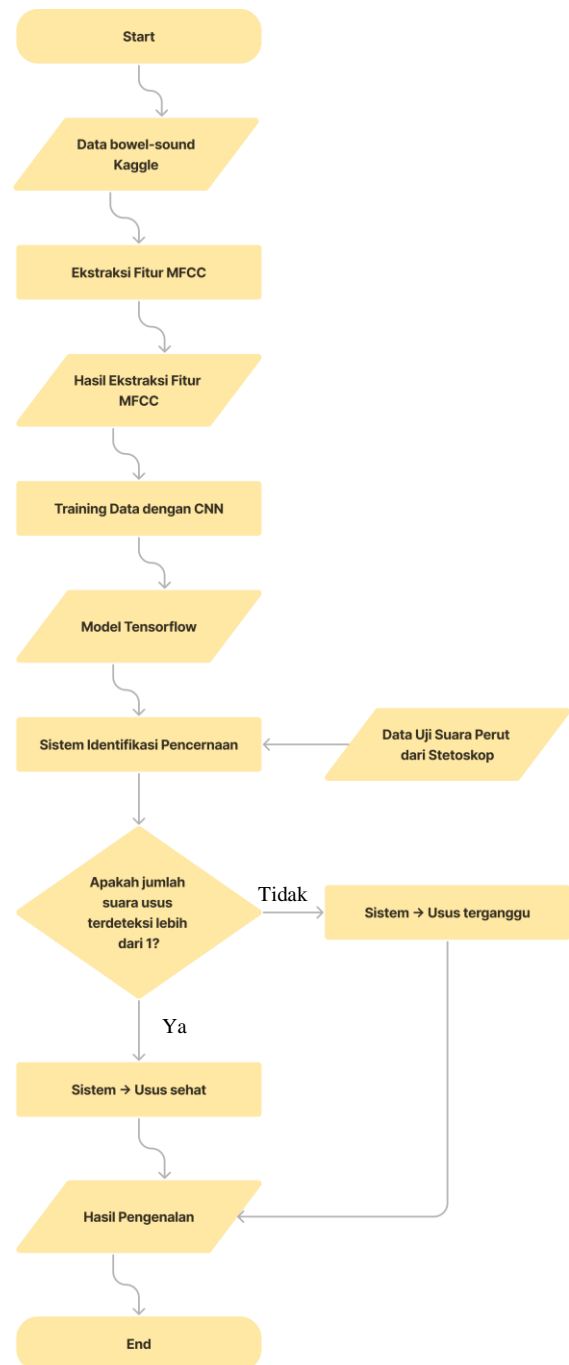
Penelitian ini terdapat 2 tahap perancangan yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Blok diagram sistem akan ditunjukkan Gambar 7, perangkat keras yang digunakan ditunjukkan Gambar 8, dan *flowchart* perangkat lunak ditunjukkan Gambar 9.



Gambar 7 Blok diagram sistem



Gambar 8 perangkat keras yang digunakan



Gambar 9 Flowchart perangkat lunak

Secara umum, system dikembangkan dalam 2 fase, yaitu fase training dan testing. Pada fase training, system dilatih menggunakan dataset suara usus dari Kaggle untuk membuat sebuah model terlatih. Selanjutnya, model ini disuntikkan ke dalam raspberry pi untuk fase testing. Pada fase testing, suara usus ditangkap melalui stetoskop. Mikrofon pada stetoskop mengubah suara analog menjadi getaran listrik, yang diubah oleh kartu suara usb menjadi sinyal digital. Setelah kartu suara usb mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, *raspberry pi* merekam sinyal digital menjadi file audio dengan ekstensi. Kemudian, file audio diidentifikasi dengan data yang dilatih dan menawarkan *output* berupa suara perut yang dapat diidentifikasi atau tidak terdeteksi menggunakan program yang disebut *VNC viewer* dan akan ditampilkan pada aplikasi. Gambar 3.2 adalah perangkat keras yang digunakan sistem.

Pada tahap perancangan perangkat lunak, dibuat program untuk mengidentifikasi bunyi perut subjek. Perancangan perangkat lunak menjelaskan cara mengekstrak fitur MFCC menggunakan data file audio yang disediakan oleh Kaggle, khususnya suara usus, melatih data file audio yang diekstraksi dengan fitur MFCC, dan kemudian mengidentifikasi pengujian dengan data terlatih langsung dari *input* stetoskop yang dimodifikasi. Gambar 3.4 menggambarkan desain perangkat lunak. Prosedurnya dimulai dengan menyiapkan data suara dari Kaggle dan mengekstraknya sebagai MFCC. Hasilnya digunakan untuk mengembangkan model pelatihan untuk mengklasifikasikan *input* stetoskop.

### 3.2. Implementasi

Bagian ini menjelaskan proses implementasi desain. Gambar 10 menunjukkan bahwa modifikasi stetoskop menangkap suara bentuk tubuh selama aktivitas perut.



Gambar 10 Stetoskop modifikasi

Untuk menerima *input* dari stetoskop yang disesuaikan, diperlukan kartu suara USB karena raspberry pi 4 hanya memiliki mikrofon internal. Kemudian pilih "USB audio" di pengaturan *raspberry pi* untuk menerima suara dari stetoskop yang dimodifikasi. Sesuai perancangan, hasil Raspberry akan dilihat melalui *VNC Viewer*. *VNC*

*Viewer* dapat melihat hasil yang didapat *raspberry pi* di jaringan yang sama.

### 3.3. Pengujian

Pengujian dilakukan pada 10 subjek dengan jenis kelamin laki-laki, usia berkisar antara 20-25, dan tidak mengidap obesitas. Sedangkan prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

1. Hubungkan *raspberry pi* ke charger adaptor 5v yang sesuai dan sambungkan menggunakan aplikasi *VNC Viewer* untuk melihat tampilan *raspberry pi* menggunakan aplikasi *VNC Viewer*.
2. Hubungkan stetoskop yang dimodifikasi ke kartu suara USB yang terhubung ke *Raspberry Pi*.
3. Nyalakan *Raspberry Pi* dan jalankan Kode Pemrograman Mengidentifikasi jalur file audio yang diidentifikasi.
4. Mengamati dan memfokuskan pada hasil pengujian sistem, serta mengumpulkan data dari hasil pengujian yang diuji.
5. Menghitung akurasi dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Total data} - \text{data salah}}{\text{jumlah data}} \times 100\%$$

Tabel 1 adalah hasil akurasi untuk pengujian aplikasi pada data latih yang berlabel TERDETEKSI. Sedangkan Tabel 2 adalah hasil akurasi untuk pengujian aplikasi pada data latih yang berlabel NIHIL.

Tabel 1 Tabel hasil akurasi pada label TERDETEKSI

Uji	Nama file	Terdeteksi	Hasil
1	perut1	NIHIL	Salah
2	perut2	TERDETEKSI	Benar
3	perut3	TERDETEKSI	Benar
4	perut4	TERDETEKSI	Benar
5	perut5	TERDETEKSI	Benar
6	perut6	TERDETEKSI	Benar
7	perut7	TERDETEKSI	Benar
8	perut8	TERDETEKSI	Benar
9	perut9	TERDETEKSI	Benar
10	perut10	TERDETEKSI	Benar

$$\text{Akurasi} = \frac{10 - 1}{10} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi Label TERDETEKSI} = 90\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{10 - 0}{10} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi Label NIHIL} = 100\%$$

Dengan akurasi sekitar 90-100% untuk menguji data latih dapat dikatakan bahwa sistem layak untuk diujikan menggunakan data uji. Data uji diambil dari 10 subjek dengan gender laki-laki dengan kisaran usia antara 20-22 tahun, dengan berat badan subjek antara 55-70 kg.

Tabel 1 Tabel hasil akurasi pada label NIHIL

Uji	Nama file	Terdeteksi	Hasil
1	Gaada1.wav	NIHIL	Benar
2	Gaada2.wav	NIHIL	Benar
3	Gaada3.wav	NIHIL	Benar
4	Gaada4.wav	NIHIL	Benar
5	Gaada5.wav	NIHIL	Benar
6	Gaada6.wav	NIHIL	Benar
7	Gaada7.wav	NIHIL	Benar
8	Gaada8.wav	NIHIL	Benar
9	Gaada9.wav	NIHIL	Benar
10	Gaada10.wav	NIHIL	Benar

Tabel 2 Hasil *auskultasi* sistem deteksi suara usus

SEGMENT PERDETIK													
NO	INISIAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	JUMLAH BISING	OUTPUT
1	AL	✓	✓	✓	✓		✓					5	N
2	AB	✓										1	N
3	DF			✓		✓	✓		✓	✓	✓	6	H
4	FJ							✓				1	N
5	FR	✓		✓		✓			✓			4	N
6	PD	✓	✓			✓	✓	✓		✓		6	H
7	RB	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		8	H
8	RFA	✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	7	H
9	RFI	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	8	H
10	ST		✓						✓			2	N

Pada hasil pengujian selanjutnya ditunjukkan informasi berupa aktivitas perut terjadi saat melakukan *auskultasi* pada pasien. Pada Tabel 3 tanda (✓) menandakan terjadinya aktivitas bising usus segmen tersebut dan *output* akan mengeluarkan *output* "N" untuk usus normal bila terjadi aktivitas lebih dari 1 dan kurang dari 6 dan akan mengeluarkan *output* "G" untuk usus terganggu bila aktivitas yang terjadi hanya 0 dan akan mengeluarkan *output* "H" untuk usus yang hiperaktif bila aktivitas lebih dari 6.

Pada Tabel 3.3, dapat dilihat bahwa lima dari sepuluh orang yang diuji memiliki *output* "usus normal", sedangkan sisanya memiliki "hiperaktif". Istilah "hiperaktif" tidak menyiratkan bahwa usus memiliki penyakit, melainkan lebih aktif saat mencerna makanan daripada saat tidak mencerna apa pun. Hal ini dicapai dengan model terlatih yang mencapai akurasi uji 89% menggunakan desain

5.2.4. Berdasarkan temuan tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa alat yang dikembangkan mampu menentukan kesehatan pencernaan, karena subjek ditanyai pada awal penelitian dan dilaporkan tidak memiliki gejala penyakit saluran pencernaan.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan rumusan masalah dan pengujian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan yang menjadi hasil dari penelitian ini.

Terbukti dari temuan penelitian ini bahwa metode CNN mampu menghasilkan hasil akurasi yang dapat diterima, yaitu sekitar 89% saat pelatihan dan 90% saat menguji akurasi sistem identifikasi tersebut di atas karena CNN sangat cocok untuk mengklasifikasikan citra dengan karakteristik setiap matriks atau piksel yang mengandung nilai karena MFCC memiliki karakteristik yang hampir sama dengan karakteristik citra.

Berdasarkan kesimpulan di atas, saran-saran berikut dapat digunakan untuk memajukan penelitian ini:

Kerugian dari *raspberry pi* adalah tidak adanya jack audio yang memungkinkan *input* suara, oleh karena itu Anda harus menggunakan kartu suara yang mungkin tidak kompatibel dengan arsitektur *raspberry pi*. Disarankan untuk menggunakan *mini-pc* yang menyediakan suara *jack input audio*.

Menggunakan komputer mini yang lebih canggih untuk mempercepat komputasi dan meningkatkan akurasi dengan melatih lebih banyak kumpulan data daripada pekerjaan saat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- ADITYA DHAVALA, A. A. 2022. An MFCC Features-driven subject-independent Convolution Neural Network for Detection of Chronic and Non-chronic Pulmonary Diseases. *2022 3rd International Conference for Emerging Technology (INCET), Belgaum, India. May 27-29, 2022.*
- AKSHAT, G. Z. 2018. A Smart Healthcare Monitoring System Using Smartphone Interface. *Fourth International Conference on Devices, Circuits and Systems (ICDCS'18)*, 228-231.
- CAPPELL, S. R. 2017. A Systematic Review of the Clinical Presentation, Diagnosis, and Treatment of Small Bowel Obstruction. *Curr Gastroenterol Rep (2017) 19*: 28, 1-14.
- DEWA, C. K. 2016. Javanese Vowels Sound Classification with Convolutional Neural Network. *2016 International Seminar on Intelligent Technology and Its Application*, 123-128.
- GIL PINHEIRO, P. C. 2019. Small Bowel Mucosa Segmentation For Frame Characterization. *2019 IEEE 16th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI 2019)*, 83-86.
- HALL, J. 2011. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Philadelphia: Elsevier.
- HANJUN JIANG, K. Z. 2020. Long-Term Bowel Sound Monitoring and Segmentation by Wearable Devices and Convolutional Neural Networks. *IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL CIRCUITS AND SYSTEMS, VOL. 14, NO. 5, OCTOBER 2020*, 985-996.
- JAKUB FICEK, K. R. 2021. Analysis of Gastrointestinal Acoustic Activity Using Deep Neural Networks. *Sensors 2021, 21*, 7602. <https://doi.org/10.3390/s21227602>, 1-14.
- JUZHENG LIU, Y. Y. 2018. Bowel Sound Detection Based on MFCC Feature and LSTM Neural Network. *Tsinghua National Laboratory for Info. Sci. & Tech., Inst. of Microelectronics, Tsinghua Univ., Beijing, China.*
- KANG ZHAO, H. J. 2020. A CNN Based Human Bowel Sound Segment Recognition Algorithm with Reduced Computation Complexity for Wearable Healthcare System. *Guangdong Engr. Research Center on ICs for Wireless Healthcare, Research Inst. of Tsinghua Univ. in Shenzhen, China.*
- KANG ZHAO, S. F. 2022. A Binarized CNN-Based Bowel Sound Recognition Algorithm With Time-Domain Histogram Features for Wearable Healthcare Systems. *IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS—II: EXPRESS BRIEFS, VOL. 69, NO. 2, FEBRUARY 2022*, 629-631.
- MA, P. 2020. Digital Stethoscope AI.
- NASRIN RAZAVIANZADEH, B. F. 2016. Small bowel obstruction attributable to phytobezoar. *Oxford Medical Case Reports, 2016;12*, 305-308.
- T. SUNIL KUMAR, E. S. 2019. Pilot Study of Early Meal Onset Detection from Abdominal Sounds. *The 7th IEEE International Conference on E-Health and Bioengineering - EHB 2019.*
- VRUSHALI GADADE, V. G. 2014. Android Smartphone Based Health Monitoring System. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication ISSN: 2321-8169, 1721-1725.*
- YOUXING ZHU, Y. X. 2019. A CNN-based Cleanliness Evaluation for Bowel Preparation in Colonoscopy. *2019 12th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI).*
- YUE YIN, W. Y. 2015. Bowel Sound Based Digestion State Recognition. *Institute of Microelectronics, Tsinghua University.*