

## ABSTRACT

Cardiovascular diseases (CVDs) are the main cause of global mortality, and heart rhythm disorders pose major diagnostic challenges, especially in environments limited by resources. To address this problem, we introduced a hybrid deep learning architecture that combines the Convolutional Neural Network (CNN) and the Gated Recurrent Unit (GRU), and classified a PCG heartbeat sound into normal and abnormal categories. CNN components extract spatial features from the sound of the heartbeat, while GRU models temporal patterns within the heart cycle. This fusion allows the system to effectively capture the structural and sequential characteristics of heartbeat signals. The data sets include 1,000 PCG recordings evenly divided into five classes: aortic stenosis, ventricular regurgitation, ventricular stenosis, ventricular valve collapse, and normal. In the binary classification (normal or abnormal), the weight loss function was used to solve class imbalances. Further techniques such as stratified partitioning, dropout, early stopping, and real-time validation have been used to improve model training stability and generalization. Methods of data augmentation, including noise addition, volume change, time expansion and spectral filtering, were implemented to simulate the variability of heart sounds in the real world. CNN-GRU achieved 97% percent test accuracy and 98% percent F1- scores, with 198 of 203 test samples correctly identified. The high sensitivity and specificity of the model highlight its ability to learn key cardiac features from raw PCG data. These results confirm the clinical feasibility of this model, which offers robust and scalable tools for detecting and improving diagnostic accuracy both in well-equipped and low-resource environments.

## ABSTRAK

Penyakit kardiovaskular (PKV) merupakan penyebab utama kematian global, dan gangguan irama jantung menimbulkan tantangan diagnostik yang besar, terutama di lingkungan yang terbatas sumber dayanya. Untuk mengatasi masalah ini, kami memperkenalkan arsitektur pembelajaran mendalam hibrida yang menggabungkan Jaringan Saraf Konvolusional (CNN) dan Unit Rekurensi Terpagar (GRU), dan mengklasifikasikan suara detak jantung PCG ke dalam kategori normal dan abnormal. Komponen CNN mengekstrak fitur spasial dari suara detak jantung, sementara GRU memodelkan pola temporal dalam siklus jantung. Penggabungan ini memungkinkan sistem untuk secara efektif menangkap karakteristik struktural dan sekuensial sinyal detak jantung. Set data mencakup 1.000 rekaman PCG yang dibagi rata menjadi lima kelas: stenosis aorta, regurgitasi ventrikel, stenosis ventrikel, kolaps katup ventrikel, dan normal. Dalam klasifikasi biner (normal atau abnormal),

fungsi penurunan bobot digunakan untuk menyelesaikan ketidakseimbangan kelas. Teknik-teknik lanjutan seperti partisi bertingkat, dropout, penghentian awal, dan validasi waktu nyata telah digunakan untuk meningkatkan stabilitas dan generalisasi pelatihan model. Metode augmentasi data, termasuk penambahan derau, perubahan volume, ekspansi waktu, dan penyaringan spektral, diimplementasikan untuk mensimulasikan variabilitas bunyi jantung di dunia nyata. CNN-GRU mencapai akurasi uji 97% dan skor F1 98%, dengan 198 dari 203 sampel uji teridentifikasi dengan benar. Sensitivitas dan spesifisitas model yang tinggi menunjukkan kemampuannya untuk mempelajari fitur-fitur jantung utama dari data PCG mentah. Hasil-hasil ini mengonfirmasi kelayakan klinis model ini, yang menawarkan alat yang tangguh dan skalabel untuk mendeteksi dan meningkatkan akurasi diagnostik, baik di lingkungan dengan peralatan lengkap maupun sumber daya terbatas.

## **KATA PENGANTAR**

Kata pengantar laporan tugas akhir ini berisi ucapan syukur, penjelasan singkat tentang tujuan dan latar belakang penulisan, serta ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu proses penyusunan tugas akhir.

1. Ucapan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa.
2. Penjelasan singkat mengenai topik dan tema yang dibahas.
3. Ucapan terima kasih kepada individu ataupun lembaga yang memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan yang relevan.
4. Harapan agar karya tulis dapat bermanfaat.
5. Permohonan maaf apabila terdapat kekurangan pada tugas akhir.

## UCAPAN TERIMA KASIH

## DAFTAR ISI

|                                                                |                              |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
| LEMBAR PENGESAHAN.....                                         | ii                           |
| LEMBAR ORISINALITAS .....                                      | iii                          |
| ABSTRAK .....                                                  | Error! Bookmark not defined. |
| ABSTRACT .....                                                 | v                            |
| KATA PENGANTAR .....                                           | vi                           |
| UCAPAN TERIMA KASIH .....                                      | vii                          |
| DAFTAR ISI.....                                                | viii                         |
| DAFTAR GAMBAR .....                                            | x                            |
| DAFTAR TABEL .....                                             | xi                           |
| <b>BAB 1     PENDAHULUAN .....</b>                             | <b>1</b>                     |
| 1.1.    Latar Belakang .....                                   | 1                            |
| 1.2.    Rumusan Masalah .....                                  | 2                            |
| 1.3.    Tujuan dan Manfaat.....                                | 3                            |
| 1.4.    Batasan Masalah .....                                  | 3                            |
| 1.5.    Metode Penelitian .....                                | 4                            |
| 1.6.    Jadwal Pelaksanaan .....                               | 4                            |
| <b>BAB 2     TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                        | <b>6</b>                     |
| 2.1.    Penggunaan Bahasa Indonesia yang Baik dan Benar .....  | 6                            |
| 2.2.    Format Penulisan Tugas Akhir .....                     | 8                            |
| 2.2.1.    Kertas .....                                         | 8                            |
| 2.2.2.    Pengetikan.....                                      | 8                            |
| 2.2.3.    Penomoran Halaman .....                              | 9                            |
| 2.2.4.    Halaman Sampul .....                                 | 9                            |
| 2.3.    Ketentuan Penggunaan Gambar, Tabel dan Persamaan ..... | 9                            |
| 2.3.1.    Penyisipan Gambar.....                               | 9                            |
| 2.3.2.    Penyisipan Tabel .....                               | 10                           |
| 2.3.3.    Penulisan Rumus dan Persamaan.....                   | 10                           |
| 2.4.    Penulisan Kutipan format IEEE .....                    | 11                           |
| 2.4.1.    Kutipan Langsung .....                               | 11                           |
| 2.4.2.    Kutipan Tidak Langsung .....                         | 12                           |
| 2.5.    Penggunaan Referensi .....                             | 12                           |
| 2.6.    Penggunaan Footnote .....                              | 12                           |

|              |                                                                 |           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.6.1.       | Cara Membuat Footnote dari buku.....                            | 17        |
| 2.6.2.       | Cara Membuat Footnote dari Jurnal .....                         | 19        |
| 2.6.3.       | Cara Membuat Footnote dari Makalah .....                        | 19        |
| 2.6.4.       | Cara membuat <i>footnote</i> dari Skripsi/Tesis/Disertasi ..... | 19        |
| 2.6.5.       | Cara membuat <i>footnote</i> dari koran .....                   | 20        |
| 2.6.6.       | Cara membuat <i>footnote</i> dari internet.....                 | 20        |
| 2.7.         | Format Penulisan Referensi pada Daftar Pustaka .....            | 20        |
| 2.7.1.       | Buku .....                                                      | 20        |
| 2.7.2.       | Artikel dari Proceeding (Seminar, Workshop) .....               | 21        |
| 2.7.3.       | Sumber Online.....                                              | 22        |
| <b>BAB 3</b> | <b>PERANCANGAN SISTEM .....</b>                                 | <b>23</b> |
| 3.1.         | Desain Perancangan Sistem.....                                  | 23        |
| 3.2.         | Diagram Blok.....                                               | 23        |
| 3.3.         | Fungsi dan Fitur .....                                          | 23        |
| 3.4.         | Desain Perangkat Keras dan Lunak.....                           | 23        |
| 3.5.         | ... ..                                                          | 23        |
| <b>BAB 4</b> | <b>HASIL PERCOBAAN DAN ANALISIS .....</b>                       | <b>24</b> |
| 4.1.         | Skenario Percobaan .....                                        | 24        |
| 4.1.1.       | Skenario 1 .....                                                | 24        |
| 4.1.2.       | Skenario 2 .....                                                | 24        |
| 4.2.         | Hasil Percobaan .....                                           | 24        |
| 4.2.1.       | Hasil Percobaan 1 .....                                         | 24        |
| 4.2.2.       | Hasil Percobaan 2 .....                                         | 24        |
| 4.3.         | Analisis .....                                                  | 24        |
| 4.3.1.       | Analisis Percobaan 1 .....                                      | 24        |
| 4.3.2.       | Analisis Percobaan 2 .....                                      | 24        |
| <b>BAB 5</b> | <b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                               | <b>25</b> |
| 5.1.         | Kesimpulan.....                                                 | 25        |
| 5.2.         | Saran .....                                                     | 25        |
|              | <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                      | <b>26</b> |
|              | <b>LAMPIRAN.....</b>                                            | <b>27</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1. Logo Universitas Telkom dengan tulisan di bawah. .... | 10 |
| Gambar 2.2. Contoh Penulisan footnote. ....                       | 15 |
| Gambar 2.3. Contoh penggunaan Ibid di dalam footnote. ....        | 16 |
| Gambar 2.4. Contoh penggunaan Op. Cit pada Footnote ....          | 16 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                           |   |
|---------------------------------------------------------------------------|---|
| Tabel 1.1. Tabel keterkaitan antara tujuan, pengujian dan kesimpulan..... | 3 |
| Tabel 1.2. Contoh Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir. ....                    | 5 |

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bagian ini menjelaskan apa yang melatarbelakangi dilakukannya suatu penelitian. Jelaskan apa yang menjadi penyebab, pendorong, dasar/alasan suatu penelitian. Bagian ini harus bisa menjawab pertanyaan pembaca mengenai “MENGAPA” penelitian dilakukan.

Penelitian biasanya didasari dari suatu masalah (saat lampau, saat ini, saat esok), yang kemudian ingin dicari penyelesaiannya. Jika penelitian berasal dari permasalahan yang ada di lingkungan sekitar, di bagian ini uraikan masalah-masalah yang ada. Lengkapi uraian itu dengan hasil survey, potongan berita, atau laporan ilmiah mengenai masalah tersebut.

Jika penelitian merupakan pengembangan dari suatu sistem atau alat, uraikan di bagian ini mengenai kondisi sistem/alat tersebut dan kekurangan-kekurangan yang dianggap perlu untuk dikembangkan lebih lanjut.

Jika penelitian ini adalah pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya, jelaskan pada bagian latar belakang ini, penelitian-penelitian apa yang dimaksud, sebutkan apa perbedaan dan hasil dari penelitian-penelitian tersebut, dan bagian apa/mana yang akan anda lanjutkan/tingkatkan. Latar Belakang **HARUS** berisi poin-poin berikut ini:

- Apa kondisi umum (yang mendukung) saat ini
- Apa kondisi suatu bidang spesifik (yang anda tinjau)
- Masalah apa yang terjadi di bidang spesifik itu (past, present, future)
- Deskripsi masalah tersebut:
  - kira-kira apa penyebabnya
  - apa perilaku/karakteristik dari masalah itu

- dampak masalah itu terhadap sistem yang lebih luas
- Deskripsikan solusi-solusi yang mungkin mengatasi masalah itu
- Apa solusi pilihan anda, mengapa ?
- Deskripsikan solusi yang anda usulkan. (sedikit/sekilas saja)
- Ungkapkan pentingnya solusi anda (dampak/keunggulan) dibanding solusi lain.

Contoh: Peningkatan efisiensi sel surya sudah banyak diteliti, mengenai bahan [1][2], lapisan pelindung [3][4], dan kualitas konduktor [5][6]. Namun belum ada yang meneliti masalah ..... nya. Di penelitian ini kami mengusulkan algoritma baru sistem *tracking* berdasarkan model SURYO [9].

## **1.2. Rumusan Masalah**

Menjabarkan permasalahan-permasalahan yang harus diselesaikan dalam mencapai tujuan. Setiap masalah dalam rumusan masalah akan mempunyai jawaban, baik di model sistem, lampiran, analisis, maupun kesimpulan.

Pada bagian "Rumusan Masalah" ini, masalah yang sudah disebutkan sebelumnya itu di'rumus'kan, dijadikan satu "rumus", dijadikan suatu (atau beberapa) pernyataan yang ringkas dan tepat.

Ringkasan permasalahan tersebut BUKAN masalah/ kendala yang (mungkin) ada dalam usaha anda ketika melakukan penelitian, perancangan, implementasi sistem dan sejenisnya.

Rumusan masalah mempunyai fungsi sebagai penjelasan tentang topik TA yaitu apa isu/permasalahan yang akan dikerjakan. Rumusan masalah dapat berupa kalimat pertanyaan atau kalimat positif dengan konotasi negatif. Pilih salah satu jenis dan konsisten.

Contoh:

- Bagaimana desain dan implementasi penggunaan algoritma ABC dalam klasifikasi jenis penyakit tanaman XYZ?

- Penggunaan algoritma ABC pada pada klasifikasi jenis penyakit tanaman XYZ dapat menghasilkan performansi di atas 90% tetapi memerlukan waktu komputasi yang sangat lama.

### 1.3. Tujuan dan Manfaat

Bagian ini menjelaskan tujuan dari penelitian yang dilakukan. Manfaat dari perangkat tersebut diharapkan dapat dipakai guna meningkatkan efisiensi waktu dan produktivitas.

Tujuan ini menerangkan kondisi apa yang hendak dicapai atau pertanyaan yang hendak dicari jawabannya. Sebisa mungkin tuliskan kondisi yang hendak dicapai yang terukur (bisa diukur dengan metrik evaluasi yang ditetapkan).

Penulisan diupayakan dalam bentuk narasi (bukan berupa poin-poin).

Tujuan-tujuan yang ditetapkan menjadi bahan untuk menentukan skenario eksperimen yang dilakukan, atau dengan kata lain eksperimen dilakukan sesuai dengan tujuannya. Kemudian, kesimpulan pada jurnal TA harus selaras dengan tujuan. Hal ini bisa diilustrasikan pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1. Tabel keterkaitan antara tujuan, pengujian dan kesimpulan.**

| No. | Tujuan   | Pengujian   | Kesimpulan   |
|-----|----------|-------------|--------------|
| 1   | Tujuan 1 | Pengujian 1 | Kesimpulan 1 |
| 2   | Tujuan 2 | Pengujian 2 | Kesimpulan 2 |
| 3   | Tujuan 3 | Pengujian 3 | Kesimpulan 3 |

### 1.4. Batasan Masalah

Batasan adalah kondisi-kondisi penyederhaan permasalahan, sehingga membuat pekerjaan semakin jauh dari ideal. Batasan masalah berisi pembatasan-pembatasan permasalahan agar menjadi lebih sederhana sehingga bisa/layak dikerjakan sebagai TA yang empat SKS dalam satu semester. Batasan diperlukan karena keterbatasan sumber daya saat pengerjaa TA, misalnya keterbatasan waktu pengerjaan yang hanya satu semester, keterbatasan data pendukung (misalnya tidak tersedianya korpus

pengetahuan yang diperlukan) dan keterbatas kemampuan (misalnya untuk implementasi algoritma yang kompleks, dalam implementasinya diimplementasikan bentuk penyederhanaan). Salah satu ciri batasan yang bisa dipakai adalah bila bisa digunakan pada sub-bagian Saran (pada bagian Kesimpulan) agar TA berikutnya melonggarkan atau meniadakan batasan tersebut. Penyederhanaan yang dituliskan untuk batasan, antara lain meliputi data yang ditangani/digunakan, misalnya jumlah data yang digunakan relatif sedikit, dan proses yang dikerjakan, misalnya ada satu subproses yang dikerjakan secara manual. Sebaiknya setiap batasan diberi alasan, misalnya jumlah data yang digunakan hanya 500 buah (relatif sedikit dibandingkan banyak penelitian untuk topik sejenis) karena keterbatasan kemampuan komputer yang tersedia. Contoh lain, misalnya proses pelabelan peran semantik pada kalimat Bahasa Indonesia dilakukan secara manual, karena saat ini belum ditemukan alat bantu otomatis untuk pelabelan peran semantik untuk Bahasa Indonesia yang efektif. Contoh batasan masalah yang tidak perlu misalnya sudah jelas tercerminkan pada judul.

### **1.5. Metode Penelitian**

Menyatakan cara pendekatan atau metode dalam menyelesaikan pekerjaan di dalam Tugas Akhir. Pekerjaan penelitian dilakukan dengan pendekatan: studi teoritis/studi literatur, pengukuran empirik, analisis statistik, simulasi, perancangan, dan implementasi.

### **1.6. Jadwal Pelaksanaan**

Berisi jadwal pelaksanaan pengerjaan Tugas Akhir. Perlu ditetapkan beberapa milestone untuk menentukan pencapaian pekerjaan.

Jadwal pelaksanaan akan menjadi acuan dalam mengevaluasi tahap-tahap pekerjaan seperti yang tertuang dalam milestone yang sudah ditetapkan.