

**RANCANG BANGUN SISTEM ESTIMASI UMUR BIOLOGIS MANUSIA  
BERBASIS PHOTOPLETHYSMOGRAPHY (PPG) DENGAN METODE  
RECURRENT NEURAL NETWORKS (RNN)**

Shelvi Noer Rachmawati

20/456135/TK/50265

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 19 Juni 2024  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Fisika

**INTISARI**

Umur biologis manusia merupakan umur yang dapat digunakan menjadi cerminan dari kesehatan organ tubuh manusia, sedangkan umur kronologis merupakan periode umur seseorang sejak lahir sampai sekarang. Umur biologis dapat lebih tua atau lebih muda dari umur kronologisnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran untuk mengetahui perbedaan antara kedua umur tersebut. Metode yang telah digunakan untuk pengukuran umur biologis antara lain adalah *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) dan metode radiografi yang masih memiliki keterbatasan yaitu kompleksitas, durasi pemeriksaan yang lama, dan risiko paparan radiasi. Teknik *photoplethysmography* (PPG) dikembangkan sebagai teknik alternatif dengan harapan dapat menjadi teknik yang efektif, efisien, dan dapat tetap akurat untuk melakukan estimasi umur biologis manusia.

*Photoplethysmography* melakukan estimasi umur biologis manusia melalui perubahan volumetrik darah selama fase sistolik dan diastolik didasarkan pada perubahan penyerapan cahaya oleh hemoglobin yang tertangkap pada fotodetektor. Fitur-fitur sinyal PPG yang dihasilkan melalui ekstraksi sinyal memiliki nilai korelasi dengan umur biologis dapat dianalisis dengan dibangunnya sebuah model sistem estimasi melalui pendekatan *deep learning*, salah satunya dengan metode *Recurrent Neural Networks* (RNN).

Pada penelitian ini berhasil dirancang bangun sistem estimasi umur biologis manusia berbasis PPG dengan metode RNN pada jari tangan menggunakan *heart rate sensor* (HW-827) berbasis LED hijau dan *photodiode* mode reflektif yang efektif dengan hanya membutuhkan 5 proses, efisien secara waktu dengan durasi proses 5-10 menit dan biaya ±Rp 85.000,00, serta akurat dengan cacah *data loss* 0% sesuai dengan standar IEEE 802.15.4.2020 dan perolehan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 20,80%.

**Kata kunci:** *Estimasi Umur Biologis Manusia, Photoplethysmography, Recurrent Neural Networks.*

Pembimbing Utama : Prof. Ir. Sunarno, M.Eng., Ph.D., IPU.

Pembimbing Pendamping : Ir. Memory Motivanisman Waruwu, S.T., M.Eng., IPM.



**DESIGN OF HUMAN BIOLOGICAL AGE ESTIMATION SYSTEM BASED ON  
PHOTOPLETHYSMOGRAPHY (PPG) USING RECURRENT NEURAL  
NETWORKS (RNN) METHOD**

Shelvi Noer Rachmawati

20/456135/TK/50265

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics Faculty  
of Engineering Universitas Gadjah Mada on June 19<sup>th</sup>, 2024  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

**ABSTRACT**

Human biological age is the age that can be used as a reflection of the health of human body organs, while chronological age is the period of a person's age from birth until now. Biological age can be older or younger than chronological age. Therefore, it is necessary to carry out measurements to determine the difference between the two ages. Methods that have been used to determine biological age include Magnetic Resonance Imaging (MRI) and radiographic methods which still have limitations, namely complexity, long examination duration, and the risk of radiation exposure. The photoplethysmography (PPG) technique was developed as an alternative technique with the hope that it can be an effective, efficient and accurate technique for estimating human biological age.

Photoplethysmography estimates human biological age through volumetric changes in blood during the systolic and diastolic phases based on changes in light absorption by hemoglobin captured in the photodetector. PPG signal features produced through signal extraction have correlation values with biological age that can be analyzed by building an estimation system model using a deep learning approach, one of which is the Recurrent Neural Networks (RNN) method.

In this research, a PPG-based human biological age estimation system was successfully designed using the RNN method on the fingers using a green LED-based heart rate sensor (HW-827) and an effective reflective mode photodiode that only required 5 processes, was time efficient with a process duration of 5- 10 minutes and costs  $\pm$  IDR 85,000.00, and is accurate with 0% data loss in accordance with the IEEE 802.15.4.2020 standard and a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 20.80%.

**Keywords:** *Human Biological Age Estimation, Heart Age, Photoplethysmography, Recurrent Neural Networks*

Supervisor : Prof. Ir. Sunarno, M.Eng., Ph.D., IPU.

Co-supervisor : Ir. Memory Motivanisman Waruwu, S.T., M.Eng., IPM.

