

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN KADAR
HEMOGLOBIN *NON-INVASIVE* MENGGUNAKAN SENSOR
MAX30102 DENGAN METODE *K-NEAREST NEIGHBORS* (KNN)**

SKRIPSI



diajukan oleh :

RIRIN AMELIA PUTRI

2110441015

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2026**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN KADAR HEMOGLOBIN
NON-INVASIVE MENGGUNAKAN SENSOR MAX30102
DENGAN METODE *K-NEAREST NEIGHBORS* (KNN)**

SKRIPSI

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dari Universitas Andalas**



diajukan oleh :

RIRIN AMELIA PUTRI

2110441015

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2026**

PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH

Saya yang bertanda-tangan di bawah ini:

Nama : Ririn Amelia Putri
NIM : 2110441015
Departemen/Program Studi : Fisika/S1 Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

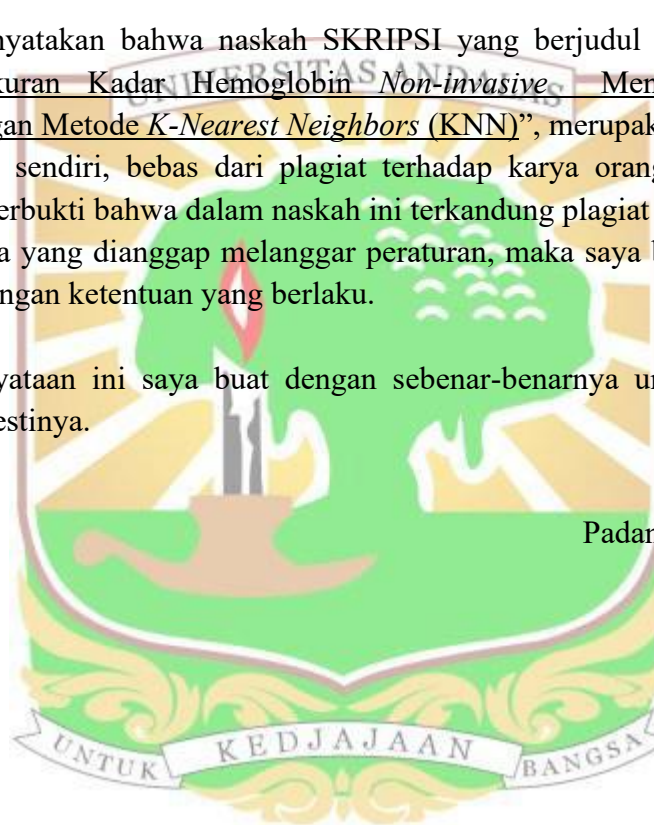
dengan ini menyatakan bahwa naskah SKRIPSI yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kadar Hemoglobin *Non-invasive* Menggunakan Sensor Max30102 dengan Metode *K-Nearest Neighbors* (KNN)”, merupakan hasil pemikiran dan karya saya sendiri, bebas dari plagiat terhadap karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa dalam naskah ini terkandung plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lainnya yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Padang, 22 Januari 2026



Ririn Amelia Putri



SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN KADAR HEMOGLOBIN
NON-INVASIVE MENGGUNAKAN SENSOR MAX30102
DENGAN METODE K-NEAREST NEIGHBORS (KNN)**

disusun oleh:
Ririn Amelia Putri
2110441015

Telah dipertahankan depan tim penguji
Pada tanggal 22 Januari 2026

Tim penguji

Pembimbing

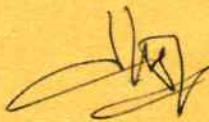
Nini Firmawati, M.Sc

NIP:198805062015042003

Penguji I

Penguji II

Penguji III



Rahmat Rasvid, M.Si



Drs. Wildian, M.Si



Dr. Feriska Handayani

Irka

NIP:1196711031998021002

NIP:196108121994031001

NIP: 198702162012122003

RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN KADAR HEMOGLOBIN NON-INVASIVE MENGGUNAKAN SENSOR MAX30102 DENGAN METODE K-NEAREST NEIGHBORS (KNN)

ABSTRAK

Pemeriksaan kadar hemoglobin (Hb) umumnya dilakukan secara *invasive* melalui pengambilan sampel darah, yang memerlukan fasilitas laboratorium, tenaga medis, serta dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi pasien. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengukuran hemoglobin secara *non-invasive* menggunakan sensor optik MAX30102 berbasis sinyal *Photoplethysmography* (PPG) yang dipadukan dengan algoritma *machine learning* untuk meningkatkan akurasi prediksi kadar hemoglobin secara *real-time*. Tahap awal penelitian dilakukan dengan menentukan *baseline* hubungan antara rasio intensitas cahaya merah dan inframerah dengan kadar hemoglobin *invasive* pada 30 relawan dewasa. Hasil kalibrasi awal menggunakan regresi linier menunjukkan rata-rata error sebesar 10,49%, sehingga pendekatan linier dinilai belum mampu memodelkan hubungan non-linear antara sinyal optik dan kadar hemoglobin. Untuk meningkatkan akurasi prediksi, digunakan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) yang dilatih menggunakan dataset publik *Photoplethysmography* dan kadar hemoglobin dari repository resmi Mendeley Data, serta diuji menggunakan 164 data hasil pengukuran perangkat berbasis sensor MAX30102, dengan nilai hemoglobin invasif yang diperoleh dari Diaspect Hemoglobin Analyzer sebagai acuan pembandingan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model KNN memberikan performa prediksi sangat baik dengan nilai R^2 sebesar 0,9876, MAE sebesar 0,1496 g/dL, RMSE sebesar 0,1873 g/dL, dan rata-rata error sebesar 1,05%. Sistem yang dirancang mampu menampilkan hasil pengukuran secara *real-time* melalui layar OLED dan antarmuka web, sehingga memungkinkan pemantauan kadar hemoglobin secara praktis dan *non-invasive*. Kesimpulan dari penelitian ini alat yang dirancang memiliki potensi sebagai alternatif pengukuran hemoglobin *non-invasive* yang akurat, nyaman, dan efisien untuk mendukung pemantauan kondisi anemia dan kesehatan secara mandiri.

Kata kunci: Hemoglobin, *non-invasive*, MAX30102, PPG, *Machine learning*, *K-Nearest Neighbors*.

**DESIGN OF A NON-INVASIVE HEMOGLOBIN LEVEL MEASUREMENT
SYSTEM USING THE MAX30102 SENSOR WITH THE K-NEAREST
NEIGHBORS (KNN) METHOD**

ABSTRACT

Hemoglobin (Hb) measurement is commonly performed using invasive methods through blood sampling, which require laboratory facilities, medical personnel, and may cause discomfort to patients. This study aims to develop a non-invasive hemoglobin measurement system using an optical sensor MAX30102 based on photoplethysmography (PPG) signals combined with machine learning algorithms to improve the accuracy of real-time hemoglobin prediction. The initial stage of the study involved determining the baseline relationship between the red and infrared light intensity ratio and invasive hemoglobin levels in 30 adult volunteers. The initial calibration using linear regression resulted in an average error of 10.49%, indicating that a linear approach was insufficient to model the non-linear relationship between optical signals and hemoglobin levels. To improve prediction accuracy, the K-Nearest Neighbors (KNN) algorithm was employed and trained using a public dataset of photoplethysmography signals and hemoglobin levels obtained from the official Mendeley Data repository. The model was subsequently tested using 164 measurement data collected from a MAX30102-based device, with invasive hemoglobin values obtained from a Diaspect Hemoglobin Analyzer used as the reference standard. The results demonstrate that the KNN model achieved excellent predictive performance, with an R^2 value of 0.9876, MAE of 0.1496 g/dL, RMSE of 0.1873 g/dL, and an average error of 1.05%. The developed system is capable of displaying measurement results in real time through an OLED display and a web-based interface, enabling practical and non-invasive hemoglobin monitoring. In conclusion, the proposed system shows strong potential as an accurate, comfortable, and efficient alternative for non-invasive hemoglobin measurement to support independent monitoring of anemia and overall health.

Keywords: Hemoglobin, Non-invasive, MAX30102, PPG, Machine learning, K-Nearest Neighbors.