

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Darah adalah cairan pada jaringan tubuh manusia yang berfungsi untuk membawa oksigen yang dibutuhkan oleh sel-sel diseluruh tubuh [1], [2]. Darah terdiri dari beberapa elemen yang diantaranya adalah *Eritrosit* dan *Hemoglobin*. *Eritrosit* berfungsi untuk memberikan warna merah pada darah dan *hemoglobin* merupakan bagian dari *eritrosit* yang mempengaruhi warna merah pada darah ketika membawa oksigen ke seluruh tubuh [3], [4]. Konsentrasi kadar *hemoglobin* merupakan parameter vital untuk menentukan kondisi kesehatan seseorang. Gejala penyakit yang diakibatkan oleh kekurangan *hemoglobin* adalah *anemia* dan penyakit akibat kelebihan *hemoglobin* adalah *polycythemia* [3], [5].

Secara nasional pada tahun 2019, pengukuran kadar *hemoglobin* dilakukan secara invasif menggunakan metode sahli [6]. Metode invasif merupakan metode pengukuran kadar *hemoglobin* melalui analisis reagen dan lisis darah secara kimiawi di laboratorium dengan proses pengambilan sampel darah pada pasien [7], [8]. Pengukuran kadar *hemoglobin* menggunakan metode invasif ini menyebabkan penundaan waktu ketika melakukan pemeriksaan medis, disebabkan membutuhkan waktu yang lama untuk menganalisis sampel darah tersebut di laboratorium darah. Selain itu, proses pengambilan sampel darah dapat menimbulkan rasa sakit dan meningkatkan resiko penyebaran penyakit lainnya akibat luka jarum suntik [1], [3].

Dari uraian diatas, maka diperlukan sistem pengukuran kadar *hemoglobin* non-invasif berbasis *internet of things* yang dapat melakukan pengukuran *hemoglobin* secara berulang dan *real-time* tanpa melukai bagian tubuh. Pengukuran kadar *hemoglobin* non-invasif dapat dilakukan dengan mengukur kadar saturasi oksigen (SpO_2) pada bagian tubuh seperti jari tangan menggunakan metode *multiwavelength pulse oximetry* [7], [9], [10].

Penelitian serupa terkait pengukuran kadar *hemoglobin* non-invasif telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Salah-satunya yang dilakukan oleh Rezza, dkk [11]. Namun demikian, teknologi transmisi data pada penelitian ini masih

menggunakan komunikasi *bluetooth*. Pada penelitian tersebut menggunakan algoritma *backpropagation* dengan jumlah data di dataset sebesar 39 data SpO₂ dan *hemoglobin* invasif, hasil penelitian menunjukkan nilai akurasi tertinggi sebesar 90.86% di jari telunjuk pada tangan kiri. Selain itu, penelitian terkait pengembangan alat ukur kadar *hemoglobin* non-invasif dilakukan oleh Umar, dkk [4]. Namun demikian, penelitian ini hanya menampilkan kadar *hemoglobin* non-invasif secara lokal di layar LCD, sehingga pada penelitian tersebut juga belum menerapkan konsep *internet of things*.

Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini penulis membuat alat ukur kadar *hemoglobin* non-invasif menggunakan korelasi kadar saturasi oksigen (SpO₂) berbasis *Internet of Things*. Sistem ini terdiri dari *pulse oximeter sensor MAX30100* untuk mengukur kadar SpO₂, kemudian data tersebut akan diolah menggunakan algoritma regresi linear untuk memprediksi kadar *hemoglobin* non-invasif. Selanjutnya, keluaran hasil pengukuran *hemoglobin* non-invasif menggunakan algoritma regresi linear tersebut akan diuji dengan dibandingkan pada data di dataset dan pengukuran *hemoglobin* invasif. Data hasil pengukuran kadar *hemoglobin* non-invasif akan dikirim dan disimpan di database *real-time* sebagai data riwayat medis pengguna di aplikasi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, adapun rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat alat ukur kadar *hemoglobin* non-invasif berbasis *Internet of Things* menggunakan algoritma Regresi Linear?
2. Bagaimana cara mengukur kadar saturasi oksigen (SpO₂) secara non-invasif?
3. Bagaimana cara menentukan nilai kadar *hemoglobin* menggunakan algoritma Regresi Linear?
4. Bagaimana cara mengukur akurasi dari *hardware* ketika pengukuran kadar *hemoglobin* non-invasif?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat sistem alat ukur kadar *hemoglobin* secara non-invasif berbasis *Internet of Things* menggunakan algoritma Regresi Linear.

2. Dapat melakukan pengukuran korelasi SpO_2 dengan *hemoglobin*, tingkat akurasi pengukuran *hemoglobin* non-invasif, fungsionalitas sensor, dataset, QoS, kehandalan sistem, dan ketahanan sumber tegangan pada *Hardware*
3. Dapat menyimpan riwayat hasil pengukuran kadar *hemoglobin* non-invasif dari pengguna di *Firestore Realtime Database*.

Adapun manfaat dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat alat ukur kadar *hemoglobin* secara non-invasif menggunakan *pulse oximeter sensor MAX30100*, sehingga pengukuran kadar *hemoglobin* tidak menimbulkan rasa sakit pada pasien.
2. Membuat alat ukur kadar *hemoglobin* non-invasif secara *real-time* berbasis *Internet of Things*, sehingga hasil pengukuran kadar *hemoglobin* dapat diketahui secara cepat dan tersimpan sebagai riwayat medis di database.
3. Sebagai pengembangan alat ukur kesehatan secara *telemedicine*, sehingga pasien tidak perlu mendatangi fasilitas kesehatan untuk pengecekan kadar *hemoglobin*.

1.4. Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran kadar *hemoglobin* non-invasif dilakukan di jari telunjuk pada tangan kiri.
2. Algoritma yang digunakan untuk prediksi kadar *hemoglobin* non-invasif pada Tugas Akhir ini adalah Regresi Linear.
3. Variabel Independen pada persamaan Regresi Linear berjumlah satu yaitu nilai kadar saturasi oksigen (SpO_2).
4. Komponen yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah modul *pulse oximeter sensor* berjenis *MAX30100* dan mikrokontroler ESP-32.
5. Uji asumsi klasik pada pra-syarat algoritma Regresi Linear yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah normalitas dan linearitas.
6. Proses pengumpulan dataset dilakukan pada pasien rawat inap yang tidak memiliki riwayat penyakit darah serta pernapasan dan pasien rawat jalan yang meliputi pasien *medical checkup* di RS. Bhayangkara Makassar.
7. Parameter pengujian fungsionalitas sensor *MAX30100* dilakukan dengan membandingkan nilai SpO_2 pada *hardware* dengan alat ukur SpO_2 standar.

8. Parameter pengujian akurasi pengukuran kadar *hemoglobin* pada *Hardware* dilakukan dengan membandingkan nilai *hemoglobin* invasif pada alat ukur standar dengan nilai *hemoglobin* non-invasif pada *hardware*.

1.5. Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan untuk merealisasikan tujuan dan perumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur dan Perancangan Sistem

Studi literatur dilakukan terkait materi *hemoglobin*, saturasi oksigen, regresi linear, dan *pulse oximeter sensor*. Tidak hanya itu, pada tahapan ini dilakukan perancangan perangkat keras dengan *machine learning* dan proses pengukuran kadar *hemoglobin* invasif dan non-invasif. Dengan studi literatur tersebut, maka Tugas Akhir ini dapat diselesaikan oleh penulis.

2. Pengumpulan Dataset

Pada tahap pengumpulan dataset, dilakukan kerjasama dengan RS Bhayangkara Makassar untuk pengambilan sampel darah dan pengukuran saturasi oksigen pada pasien. Dataset berjumlah 36 data saturasi oksigen dan *hemoglobin* invasif.

3. Analisis Dataset

Analisis dataset menggunakan uji asumsi klasik yang terdiri dari uji normalitas dan uji linearitas sebagai pra-syarat regresi linear.

4. Fabrikasi *Hardware*

Untuk pembuatan alat ukur kadar *hemoglobin* non-invasif ini menggunakan *blank board* untuk penjaluran sensor *pulse oximeter MAX30100* dan *base board* mikrokontroler ESP-32.

5. Mengintegrasikan *Hardware* ke *Real-time Database*

Pada Tugas Akhir ini menggunakan *Firestore Realtime Database* sebagai database penyimpanan data *hemoglobin* non-invasif. Integrasi alat ukur kadar *hemoglobin* ke *realtime database* dilakukan secara bertahap dengan pembuatan model pada *server machine learning*. Pada simulasi, dilakukan pengukuran kadar saturasi oksigen pada jari tangan pasien dan menghasilkan nilai keluaran *hemoglobin* non-invasif.

6. Pengujian dan *Troubleshooting*

Melakukan pengujian terhadap fungsionalitas dan akurasi sensor pada alat ukur kadar *hemoglobin* non-invasif. Apabila terjadi *error* atau terdapat salah satu fungsi pada alat ukur tersebut yang tidak berjalan dengan baik, maka akan dilakukan pencarian letak kesalahan dan melakukan perbaikan terkait kesalahan tersebut. Kemudian selanjutnya, melakukan Analisa terhadap sistem yang telah dibuat pada alat ukur kadar *hemoglobin* secara non-invasif.