
Desain Alat Pengukuran Kadar Hemoglobin *Noninvasive*

Desak Ketut Sutiari^{*1}, Muhammad Fajri², Ridia Utami Kasih³, Nazrayan⁴ dan Muhammad Sainal Abidin⁵

^{1,2,3,5}, Universitas Mandala Waluya, Kota Kendari

e-mail: ^{*1}sutiariadesak@mail.com, ²andifajri1514@gmail.com, ³ridiautamikasih@gmail.com,

⁴nazrayan.rs@gmail.com, ⁵sainal@umw.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi dapat menggantikan metode pemeriksaan hemoglobin *invasive* menjadi *noninvasive*. Metode ini lebih singkat dan memberi rasa nyaman kepada pasien. Maka dari itu penelitian ini membuat alat pengukur kadar hemoglobin secara *noninvasive*. Pengukuran tidak perlu melakukan pengambilan sampel darah pada pasien melainkan hanya menempelkan jari pada sensor Hb. Alat dirancang dengan menggunakan mikrokontroler ATmega328 yang berfungsi mengolah data menjadi nilai Hb. Pembacaan nilai Hb menggunakan sensor Max30100. Pengukuran alat dibedakan berdasarkan jenis kelamin, karena laki-laki dan perempuan memiliki nilai normal Hb berbeda. Hasil pengukuran sensor akan ditampilkan pada layar LCD 16x2 dengan satuan gram/dl. Pada saat nilai Hb melebihi batas normal maka *buzzer* akan berbunyi. Proses pengujian alat pengukur kadar hemoglobin *non-invasive* dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang didapatkan dari alat pengukur kadar hemoglobin *noninvasive* dengan alat pengukur *invasive*. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali pada responden laki-laki dan 5 kali pada responden perempuan. Dari hasil data pada responden laki-laki didapatkan rata-rata selisih 0,8 dan persentase error sebesar 0,04%. Kemudian untuk responden perempuan didapatkan rata-rata selisih 0,8 dan persentase error sebesar 0,05%. Hasil penelitian menunjukkan alat dapat mengukur kadar hemoglobin tanpa melukai pasien sehingga memberi rasa nyaman, efektif dan efisien.

Kata kunci—Hemoglobin, *non-invasive*, *invasive*, Max 30100, ATmega328

Abstract

Technological developments can change *invasive* method to be *non-invasive*. This method, more efficient and provide comfort to patients. This study made a *non-invasive* hemoglobin level measuring device. Measurements do not injure the patient but only attach fingers to the Hb sensor. The tool is designed using an ATmega328 microcontroller to process data into Hb values. Hb value readings use the Max30100 sensor. The measuring consists of gender since males and females have different normal values of Hb. The measurement results can show on the LCD in grams/dl. When the Hb value abnormal, the *buzzer* will sound. The process of testing *non-invasive* hemoglobin level measuring devices is carried out by comparing the values obtained from *non-invasive* hemoglobin measuring devices with *invasive* measuring devices. Data collection was carried out 5 on male respondents and 5 on female respondents. From the results of the data on male respondents, an average difference of 0.8 and an error percentage of 0.04% were obtained. Then for female respondents, an average difference of 0.8 and an error percentage of 0.05% were obtained. The results showed that the device can measure hemoglobin levels without injuring patients so as to provide a sense of comfort, effectiveness and efficiency.

Keywords—3-5 Hemoglobin, *non-invasive*, *invasive*, Max 30100, ATmega328

1. PENDAHULUAN

Kadar hemoglobin merupakan molekul protein di dalam darah yang dapat memberi warna. Salah satu indikator yang penting dalam kesehatan dalam tubuh yaitu hemoglobin. Jika seseorang mengalami kekurangan kadar hemoglobin maka akan banyak menimbulkan gejala-gejala kesehatan contohnya seperti anemia dan gampang lelah [1]. Salah satu cara untuk mendiagnosa seseorang mengalami anemia dapat melakukan pengukuran hemoglobin pada darah [2]. Terutama pada ibu anemia berdampak pada kehamilan yaitu terjadinya prematuritas, berat badan lahir rendah, kematian ibu dan gangguan perkembangan mental anak [3]. Pada remaja anemia dapat mengganggu kebugaran dan semangat untuk menerima pelajaran sehingga dapat mengganggu prestasi [4].

Pengukuran nilai hemoglobin umumnya menggunakan sampel darah, pemeriksaan ini paling sering dilakukan pada neonatus. Ini merupakan prosedur dasar dari pemeriksaan karena alasan anemia, kehilangan darah, penyakit kuning hemolitik [5]. Namun pengukuran Hb selama ini dilakukan dengan cara konvensional atau bersifat *invasive*. Metode ini dapat menimbulkan rasa sakit, memakan waktu dan tidak nyaman, selain itu dapat membuat bayi baru lahir terkena infeksi [6]. Perkembangan teknologi dibidang elektroika dan sensor memungkinkan pengukuran hemoglobin dilakukan tanpa penusukan pada neonatus. Hal ini dapat mengurangi kehilangan darah dan memberi rasa nyaman kepada pasien [5].

Penelitian pengembangan alat ukur kadar hemoglobin dengan cara *noninvasive* terus berkembang yaitu penggunaan sensor *infrared* dan *photodiode* sebagai input pada mikrokontroler Atmegae 8. Pada saat jari diletakan pada sensor, cahaya yang dipancarkan *infrared* akan mengenai jari mengakibatkan sinyal diterima oleh *photodiode*. Hasil pengukuran ditunjukkan pada LCD [1]. Pengukuran kadar hemoglobin secara *noninvasive* dapat menggunakan sensor Max30100. Sensor ini dapat mengukur variable melalui daya serap darah dan pantulan akibat kepekatan darah [7]. Pemeriksaan hemoglobin dengan cara *noninvasive* dapat memanfaatkan sensor *infrared* berdasarkan kepekatan warna

darah dan memanfaatkan ATM8535 sebagai pengontrol [8].

Penelitian tentang penggunaan mikrokontroler sebagai pengontrol input dan output salah satunya pengontrolan pompa ASI dengan menggunakan daya isap yang berbeda-beda dan pada saat botol ASI penuh maka alat akan otomatis mati [9]. Selain itu pengontrolan *heater* sebagai pemanas darah saat transfusi akan mati saat suhu tercapai dirancang menggunakan Atmega328 [10]. Penelitian tentang alat *portable* pengontrolan glukosa dan hemoglobin *noninvasive* memanfaatkan mikrokontroler Arduino sebagai pengontrol [11].

Berdasarkan uraian diatas dirancang sebuah alat pengukur kadar hemoglobin darah menggunakan sensor Max30100 sebagai sensor yang dipasang pada jari. Pengontrol pada alat ini digunakan mikrokontroler Atmega328. Hasil pengukuran Hb ditampilkan pada layar LCD. Apabila kadar hemoglobin melebihi batas normal alat memberi peringatan dengan mengaktifkan *buzzer*.

2. METODE PENELITIAN

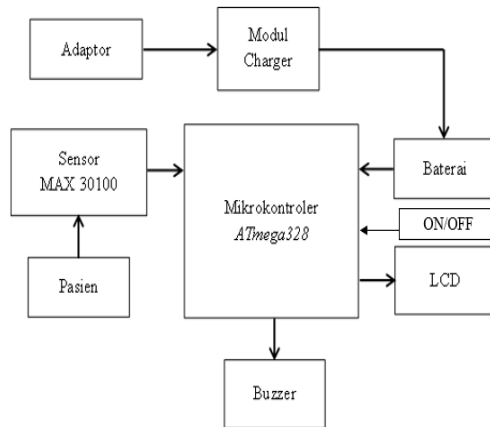
2.1 Setting Percobaan dan Bahan

Penelitian dilaksanakan di Workshop Program Studi D-III teknologi ELketro-Medis Universitas Mandala Waluya. Kegiatan dimulai dengan penyiapan alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu mikrokontroler Atmega328 sebagai pengontrol sinyal input dan output, adaptor untuk mengubah sinyal AC ke DC untuk kebutuhan tegangan sebesar 5 V pada mikrokontroler, Modul *charger* sebagai BMS untuk pengaman baterai, LCD sebagai output hasil pengukuran Hb, sensor Max30100 sebagai pembaca sinyal dari jari pasien untuk mendeteksi Hb dan *buzzer* sebagai tanda jika kadar Hb melebihi normal. Alat pendukung yang digunakan yaitu laptop untuk pembuatan program dan tool kit. Alat ini dirancang menggunakan baterai Li-ion agar dapat digunakan secara *portable*.

2.2 Blok Diagram

Blok diagram pada Gambar 1. dibuat agar peneliti mengetahui alur dan langkah-langkah dalam merancang perangkat keras atau *hardware* sesuai dengan yang diinginkan. Pada saat sumber tegangan telah tersedia, jika tombol

ON/OFF di tekan maka alat siap melakukan pengukuran. Jika jari pasien diletakan pada sensor maka sensor mengirim input ke Atmega328, kemudian hasil pengukuran ditunjukkan pada LCD.



Gambar 1 Diagram blok alat

2.3 Diagram Alir

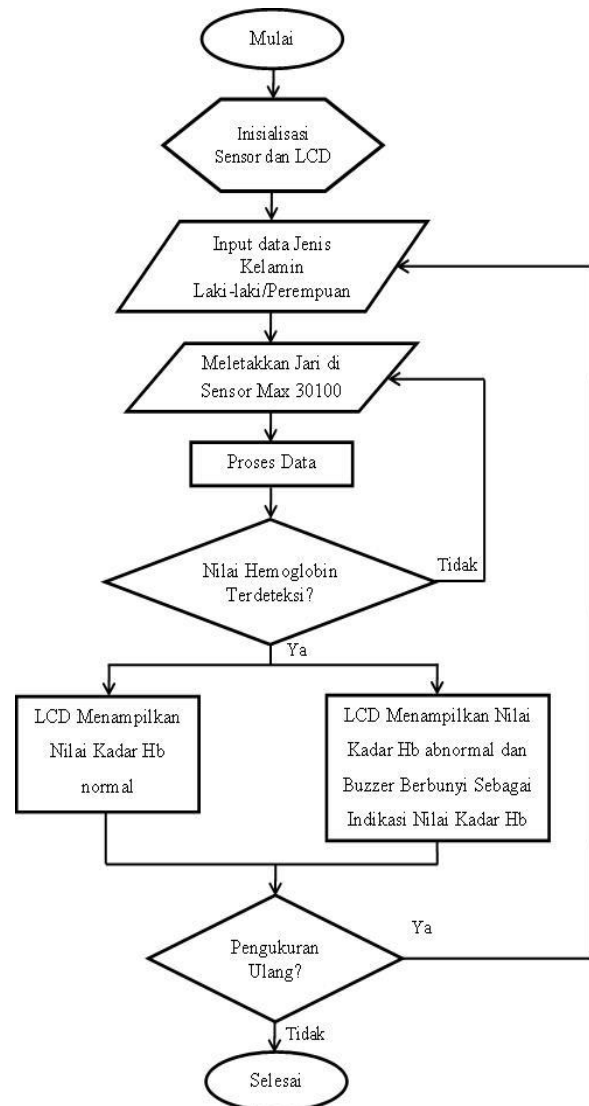
Diagram alir penelitian dibuat sebagai petunjuk bagaimana alur *software* bekerja pada pada yang dirancang. Gambar 2. Menunjukkan diagram alir alat. Pembuatan program yang dapat mengatur alur perintah sesuai dengan yang diinginkan menggunakan pemrograman C++. Program di buat pada aplikasi Arduino IDE. Arduino IDE banyak digunakan dalam penelitian pengontrolan suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT111 [12].

2.4 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah alat telah bekerja sesuai rancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang dirancang. Berikut merupakan langkah - langkah pengujian alat:

1. Menyiapkan responden sebanyak 10 orang yang akan melakukan pengukuran kadar hemoglobin.
2. Menyiapkan modul yang telah dibuat dan alat pembanding.
3. Menyiapkan tabel data uji alat.
4. Menekan saklar ON/OFF ke posisi ON untuk menghidupkan alat.
5. Memasukkan data jenis kelamin dengan menekan tombol laki-laki atau perempuan.

6. Memasukkan salah satu jari responden ke sensor Max30100 untuk melakukan pengukuran.
7. Setelah nilai kadar hemoglobin tertampil, selanjutnya mencatat pada tabel pengujian.
8. Kemudian melakukan pengukuran menggunakan alat pembanding dan mencatat hasil pengukuran pada tabel pengujian
9. Selanjutnya, melakukan kembali tahap 5 – 8 untuk responden yang lainnya.



Gambar 2 Diagram Alir alat

Standar Operasional Prosedur (SOP) alat yang telah dirancang adalah sebagai berikut:

1. Tekan saklar ON/OFF ke posisi ON untuk menghidupkan alat.

2. Setelah alat aktif, layar LCD akan menampilkan identitas penulis berupa nama dan NIM.
3. Selanjutnya menampilkan tulisan “Memilih jenis kelamin”
4. Pilih jenis kelamin dengan menekan tombol yang disediakan.
5. Ketika telah memilih, LCD akan menampilkan tulisan “Masukan Jari Dalam Sensor”.
6. masukkan salah satu jari ke dalam sensor untuk melakukan pengukuran.
7. LCD akan menampilkan tulisan “Memproses”. Selama proses berlangsung jari tangan tetap berada di atas sensor.
8. Tunggu beberapa detik, maka nilai hemoglobin akan terdeteksi dengan satuan gram/dl.
9. Apabila nilai hemoglobin yang terukur tinggi, maka *buzzer* akan berbunyi.

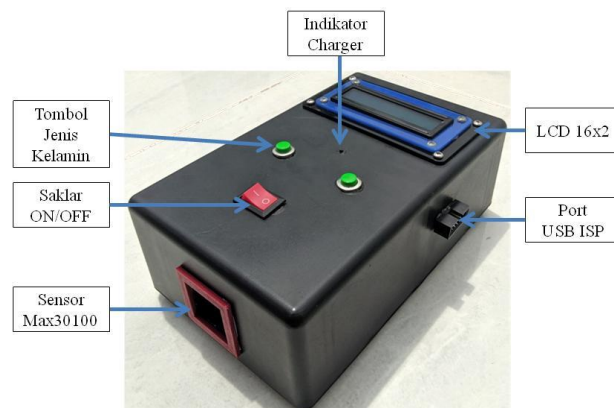
Data hasil pengukuran uji alat dengan pengukuran standar dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Data hasil pengujian alat dan nilai *error*

Responden	Hb LCD (gr/dl)	HB <i>invasive</i> (gr/dl)	Error (%)
Laki-laki	13,53	12,90	0,04
	14,48	15,60	0,07
	15,74	16,10	0,02
	17,48	16,50	0,06
	17,80	18,80	0,05
Perempuan	12,07	12,80	0,06
	15,05	14,40	0,04
	14,30	15,20	0,06
	15,34	14,30	0,07
	15,60	16,50	0,06

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat pengukur kadar hemoglobin *non-invasive* memiliki fungsi untuk mendeteksi kadar hemoglobin seseorang. Dengan spesifikasi alat, tegangan yang digunakan 9 V DC, dan ukuran alat 17,5 cm x 11 cm x 6 cm. Gambar 3 menunjukkan hasil alat yang telah dirancang.



Gambar 3. Alat hasil desain

Hasil pengukuran berupa nilai kadar hemoglobin ditampilkan pada layar LCD 16x2 dengan satuan gram/dl. Pengklasifikasian batas normal, dibedakan antara laki-laki dengan perempuan. Batas normal laki-laki yaitu mulai 13,2 gram/dl sampai dengan 17,3 gram/dl. Kemudian, batas normal untuk perempuan yaitu mulai dari 11,7 gram/dl sampai dengan 15,5 gram/dl. Pengambilan data uji coba dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat yang telah dibuat dengan alat pembanding *invasive*. Hal ini bertujuan menguji akurasi dan mengkalibrasi alat yang telah dirancang. Hal ini sesuai dengan penelitian tentang pengukuran hemoglobin *noninvasive* [5]. Apabila nilai Hb yang terbaca pada modul yang dibuat melebihi batas normal maka, *buzzer* akan berbunyi. Berdasarkan hasil uji coba alat pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengukuran Hb dengan menggunakan alat hasil rancangan dengan pengukuran Hb menggunakan metode konvensional. Dalam analisis diperoleh *error* rata-rata 0,04 % pada laki-laki dan 0,05 % pada Perempuan.

Pengukuran kadar hemoglobin secara *noninvasive* menggunakan sensor Max30100 dapat dilakukan tanpa melukai responden. Pada saat responden meletakkan jari pada sensor maka sensor akan mengemisikan cahaya pada darah di dalam jari. Cahaya yang diemisikan diserap oleh darah kemudian di pantulkan kembali ke detektor sebagai input yang diterima oleh mikrokontroler [13]. Darah yang mempunyai Hb tinggi akan memiliki daya serap cahaya lebih besar dibandingkan darah dengan Hb rendah. Pada saat Hb tinggi maka hanya sedikit cahaya yang dipantulkan ke detektor. Perbedaan pantulan cahaya ini menjadi input yang diolah oleh mikrokontroler sebagai nilai

Hb responden. Hemoglobin dapat mempengaruhi warna darah sehingga perbedaan kepekatan warna darah dapat digunakan untuk mengukur hemoglobin manusia. Hal ini sesuai dengan penelitian Dabuke, 2020 tentang pemanfaatan sensor Max30100 [14].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Modifikasi rangkaian komponen mikrokontroler dan sensor Max30100 dapat mengukur kadar hemoglobin secara *noninvasive* yang nilainya ditampilkan pada LCD.
2. Pengukuran kadar hemoglobin *noninvasive* memberi rasa nyaman, efektif dan mudah diaplikasikan.
3. Alat hanya dilengkapi alarm pada saat melebihi batas atas Hb normal.

5. SARAN

Saran dalam penelitian selanjutnya dapat menambahkan menu penyimpanan data nilai hemoglobin pada alat. Selain itu alat dapat dirancang untuk pengukuran jarak jauh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih semua tim dan kepada pihak laboratorium elektronika dan workshop Program Studi D-III Teknologi Elektro-Medis telah menyediakan sarana dan prasarana dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. W. Ningsih, H. R. Fajrin, and A. Fitriyah, "Pendeteksi Hemoglobin Non Invasive," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.18196/mt.010102.
- [2] M. Diederich, "Annals of the New York Academy of Sciences: Preface," *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1095. 2007. doi: 10.1196/annals.1397.094.
- [3] A. F. Wulandari, E. Sutrisminah, and I. Susiloningtyas, "Literature Review: Dampak Anemia Defisiensi Besi Pada Ibu Hamil," *J. Ilm. PANNMED (Pharmacist, Anal. Nurse, Nutr. Midwivery, Environ. Dent.*, vol. 16, no. 3, pp. 692–698, 2021, doi: 10.36911/pannmed.v16i3.1219.
- [4] F. Apriyanti, "Hubungan Status Gizi dengan Anemia," *J. Doppler Univ. Pahlawan Tuanku Tambusai*, vol. 3, no. 2, pp. 18–21, 2019.
- [5] Y. H. Jung *et al.*, "The efficacy of noninvasive hemoglobin measurement by pulse co-oximetry in neonates," *Pediatr. Crit. Care Med.*, vol. 14, no. 1, pp. 70–73, 2013, doi: 10.1097/PCC.0b013e318260117d.
- [6] H. Rabe, R. Fernandez Alvarez, T. Whitfield, F. Lawson, and H. Jungmann, "Spectroscopic noninvasive measurement of hemoglobin compared with capillary and venous values in neonates," *Neonatology*, vol. 98, no. 1, pp. 1–5, 2010, doi: 10.1159/000261019.
- [7] D. K. Sutiari, L. S. Zulfadhli, and M. S. Abidin, "Design SPO2 and BPM Monitoring System To Monitor The Patient ' s Health Using Anroid," vol. 5, no. 1, pp. 42–47.
- [8] S. Aminuddin, "Alat Pendeteksi Hemoglobin Non Invasive." p. 99, 2021. [Online]. Available: <http://eprints.uwhs.ac.id/id/eprint/480>
- [9] D. K. Sutiari and T. Suriyanto, "Desain Pompa ASI Otomatis Berbasis Mikrokontroler," no. November, pp. 1–6, 2020.
- [10] D. Pranoto and D. Ketut, "Prototype Alat Blood Warmer Berbasis Mikrokontroler ATMega328," *Stikes Mandala Waluya, Kendari*, vol. 3, no. 1, 2018.
- [11] A. Kevin Amos, T. Rajalakshmi, and D. Raja, "Portable non-invasive glucose and haemoglobin level monitoring incorporated along with multi paramonitoring system," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 912, no. 6, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/912/6/062034.
- [12] M. I. Hakiki, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, "Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center

- Menggunakan Sensor DHT11,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 150, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1876.
- [13] Admin, “MAX30100 - Heart Rate Oxygen Pulse Sensor,” *20 May*, pp. 1–10, 2021, [Online]. Available: <https://components101.com/sensors/max30100-heart-rate-oxygen-pulse-sensor-pinout-features-datasheet>
- [14] A. Hotromasari Dabukke, Salomo Sijabat, “Rancang Bangun Pulse Oximetry (Spo2) Pada Alat Pasien Monitor,” *J. TEKESNOS*, vol. 2, no. 2, pp. 122–140, 2020.
-