

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR GULA DARAH *NON-INVASIVE* MENGUNAKAN ARDUINO NANO DAN MODUL SENSOR MAX30100

DESIGN OF A *NON-INVASIVE* BLOOD SUGAR MEASURING DEVICE USING ARDUINO NANO AND MAX30100 SENSOR MODULE

Brian Herlambang, Fatchul Arifin
Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
brianherlambang.2020@student.uny.ac.id

ABSTRAK

Banyak teknologi elektronika yang masih digunakan dalam bidang kesehatan yang membutuhkan sampel tubuh pasien untuk mengetahui tingkat gula darah pada pasien. Baik metode *invasive* maupun *non-invasive*. Metode *invasive* mengambil sampel darah sedangkan metode *non-invasive* menggunakan sampel urine. Bagi pasien yang enggan untuk diambil sampel darah atau urinenya untuk pengecekan kadar gula darah, *fingersensor* dapat digunakan di ujung jari mereka. Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun pemantauan glukosa yang akurat dan efektif menjadi mudah bagi masyarakat tanpa rasa takut terhadap jarum suntik. Alat ini memanfaatkan Arduino Nano sebagai platform utama dan modul sensor MAX30100 yang sensitif terhadap molekul glukosa dalam darah. Penelitian ini menggunakan metode R&D (*Research and Development*) dan menggunakan model pendekatan ADDIE. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat ini memiliki persentase kesalahan relatif rata-rata sebesar 5,7%, menurut hasil uji perbandingan alat. Dan nilai persentase keakuratan alat ini adalah 94,3%. Pada pengujian tingkat kelayakan oleh validator menerima skor persentase akhir 98,3% menurut hasil dari validator pertama. Alat ini dapat dianggap "Sangat Layak" untuk digunakan. Hasil dari validator kedua menunjukkan bahwa alat ini menerima skor persentase akhir 95%. Alat ini dianggap "Sangat Layak" untuk digunakan.

Kata Kunci: Alat Ukur Kadar Gula Darah, Intrumentasi Medis *Non-Invasive*, *Finger Sensor* MAX30100

ABSTRACT

Many electronic technologies that are still used in the health sector require a sample of the patient's body to determine the patient's blood sugar level. Both *invasive* and *non-invasive* methods. The *invasive* method takes a blood sample, while the *non-invasive* method uses a urine sample. For patients who are reluctant to have their blood or urine samples taken to check blood sugar levels, *fingersensors* can be used at their fingertips. The purpose of this study is to design an accurate and effective glucose monitoring structure that is easy for people to use without fear of syringes. This tool utilizes the Arduino Nano as the main platform and MAX30100 sensor module, which is sensitive to glucose molecules in the blood. This research uses the R&D (*Research and Development*) method and the ADDIE approach model. The results of this study show that this tool has an average relative error percentage of 5.7%, according to the results of the tool comparison test. And the percentage accuracy value of this tool is 94.3%. In the feasibility level test, the validator received a final percentage score of 98.3%, according to the results of the first validator. This tool can be considered "Very Feasible" to use. The results from the second validator show that the tool received a final percentage score of 95%. This tool is considered "Highly Feasible" to use.

Keywords: Blood Sugar Level Measuring Device, *Non-Invasive* Medical Instrument, *Finger Sensor* MAX30100

PENDAHULUAN

Tubuh manusia memerlukan gula darah untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan organnya. Glukosa darah adalah zat gula yang diterima tubuh dari makanan dan diubah menjadi kalori atau energi oleh sel-sel tubuh melalui bantuan hormon insulin dan oksigen darah yang diproduksi pankreas tubuh manusia. Glukosa tidak hanya berguna sebagai energi, tetapi juga berguna untuk "bahan bakar" agar organ tubuh dapat bekerja secara optimal (Apridho et.al., 2021).

Pelepasan oksigen pada hemoglobin bagi sel darah merah merupakan peran penting yang dimiliki oleh glukosa. Sangat berguna untuk menjaga kadar glukosa dalam darah tetap normal karena hal ini dapat memperburuk beberapa kesehatan tubuh. Banyak teknologi elektronika yang masih digunakan dalam bidang kesehatan yang membutuhkan sampel darah atau urine untuk mengetahui tingkat glukosa pada pasien (Anwar et.al., 2016).

Tingkat glukosa darah biasanya berkisar antara 64,8 mg/dl dan 104,4 mg/dl pada kisaran referensi, yang setelah makan akan meningkat dan pada pagi hari, sebelum makan biasanya berada pada level terendah. Selain glukosa, gula darah juga mengandung gula lain seperti fruktosa dan galaktosa. Glukosa adalah jenis gula darah yang dikontrol oleh insulin dan peptin (Irawati, 2012).

Menurut penelitian Rahmatullah pada tahun 2021, terdapat 53% dari 83 responden menyatakan ketakutan terhadap jarum suntik (Rahmatullah et.al., 2021). Pasien diabetes melitus yang memiliki kadar gula darah yang tidak terkontrol akan mengalami komplikasi, baik kronik maupun akut. Komplikasi kronik seperti *makroangiopati*, gangguan jantung, stroke, *retinopati diabetik* (yang melibatkan retina mata) dan *nefropati diabetik* (yang melibatkan ginjal) adalah yang paling umum, tetapi untuk komplikasi akut biasanya pasien tidak sadarkan diri, ketika kadar gula darah sangat tinggi (pada KAD 300-600 mg/dL dan SHH 600-1200 mg/dL). Pemantauan gula darah secara rutin

sangatlah penting untuk pasien (Sumakul et.al., 2022).

Menurut *International Diabetes Federation* Jumlah orang yang menderita diabetes di Indonesia terus meningkat. Pada tahun 2019 10,7 juta pengidap. Setelah itu pada tahun 2021 19,4 juta pengidap. Diperkirakan, jumlahnya akan mencapai 23,32 juta pada tahun 2030 mendatang (*International Diabetes Federation*, 2021).

Pengukuran yang sudah ada saat ini baik metode *invasive* maupun *non-invasive* digunakan untuk mengukur kadar glukosa di laboratorium. Metode *invasive* mengambil sampel darah menggunakan lanset dan mengukurnya pada strip alat *glukometer*. Metode *non-invasive* memerlukan sampel urine dan menggabungkannya menggunakan bahan kimia sampai terjadi reaksi kimia sehingga bisa dideteksi dengan alat (Firgiansyah, 2016).

Meskipun ada beberapa keuntungan dari teknik yang populer ini, ada juga kekurangannya yaitu mereka memerlukan lebih banyak waktu dan tempat serta memerlukan sampel tubuh manusia. Bagi orang yang menderita penyakit yang berkaitan dengan glukosa, kadar glukosa dalam darah mereka harus diperiksa secara berkala. Bagi pasien yang enggan untuk diambil sampel urine atau darah untuk pengukuran gula darah, *fingersensor* dapat digunakan di ujung jari mereka. Sensor jari mendeteksi molekul glukosa darah dengan menyerap dua pancaran cahaya yang berbeda panjang gelombang pada jari. Prinsip kerja sensor ini mirip dengan hukum Beer-Lambert (Sulehu et.al., 2018).

Untuk melakukan satu kali pengukuran kadar gula darah di tempat kesehatan memerlukan biaya sekitar Rp35.000 – ratusan ribu tergantung dari tarif di Puskesmas atau di Laboratorium.

Pada penelitian ini tidak hanya membahas kemajuan teknologi, tetapi juga bagaimana teknologi tersebut dapat berdampak positif pada kesehatan masyarakat. Penulis berusaha memberikan solusi yang tidak hanya inovatif secara teknis tetapi juga relevan secara sosial.

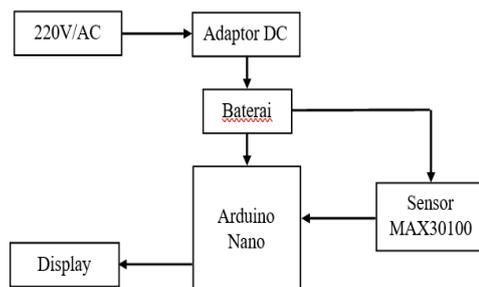
Penulis mengembangkan alat ukur kadar gula darah inovatif berbasis teknologi terbaru untuk mendukung pemeriksaan glukosa rutin. Alat ini memanfaatkan Arduino Nano sebagai platform utama dan modul sensor MAX30100 yang sensitif terhadap molekul glukosa dalam darah. Tujuannya adalah untuk membuat pemantauan glukosa yang akurat dan efektif menjadi mudah bagi masyarakat tanpa rasa takut terhadap jarum suntik.

Diharapkan bahwa penelitian ini akan meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjalani pemeriksaan glukosa secara teratur terutama bagi pasien yang takut terhadap jarum suntik.

METODE

Metode pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah R&D (*Research and Development*). Dan menggunakan model pendekatan ADDIE, yang mencakup Analisis (*Analyze*), Desain (*Design*), Pengembangan (*Development*), Implementasi (*Implementation*), dan Evaluasi (*Evaluate*) (Branch, 2009).

Perancangan alat pada penelitian ini digambarkan dalam blok perencanaan alat dibawah ini.



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non-Invasive*

Fungsi dari masing-masing blok adalah:

- Adaptor DC
Berfungsi sebagai pengubah dari tegangan AC 220V menjadi tegangan DC 12V agar bisa mengisi daya pada baterai.
- Baterai
Berfungsi menyuplai daya 5 V ke seluruh rangkaian.
- Arduino Nano

Berguna untuk memproses data yang diterima dari sensor MAX30100, dalam bentuk tegangan menjadi bentuk data digital untuk ditampilkan pada display OLED.

- Sensor MAX30100
Berfungsi sebagai pengkonversi keadaan gula darah pasien dengan meletakkan salah satu jari di atas sensor.
- Display
Berfungsi sebagai tampilan hasil pengukuran gula darah.

Diagram blok di atas menunjukkan cara alat bekerja secara sederhana. Adaptor DC berfungsi sebagai pengisi daya pada baterai, kemudian baterai memberikan tegangan kepada seluruh rangkaian. Setelah itu, letakkan jari ke sensor MAX30100 yang telah disiapkan. Nilai ADC yang diberikan oleh sensor MAX30100 akan dikirim ke mikrokontroler dan diubah menjadi nilai gula darah dalam tubuh. Nilai ini akan ditampilkan pada display sebagai hasil dari kandungan gula darah dalam tubuh.

Pada penelitian ini, teknik pengumpulan data yang dapat dilakukan adalah pengujian yang dilakukan melalui pengamatan langsung dengan pengujian cek kadar gula darah yang diambil dari data 20 orang. Pengumpulan data ini dilakukan dengan pengamatan langsung dengan menggunakan alat *invasive* dan alat *non-invasive*. Serta melakukan validasi oleh ahli produk, pengumpulan data ini dilakukan dengan pengamatan langsung oleh validator untuk dinilai tingkat kelayakan alat yang dibuat.

Teknik analisis data statistik deskriptif digunakan pada penelitian ini untuk menganalisis data, memberikan gambaran atau penjelasan tentang data tersebut secara keseluruhan, tanpa menghasilkan kesimpulan yang dapat digunakan secara umum atau untuk generalisasi (Sugiyono, 2013).

Proses pertama adalah penilaian skor tingkat kelayakan produk. Berikut detail skor penilaian tingkat kelayakan produk alat ukur kadar gula darah *non-invasive* terdapat pada tabel dibawah.

Tabel 1. Skor Tingkat Kelayakan

Skor Penilaian	Kategori Penilaian
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Setuju
4	Sangat Setuju

Setelah mendapatkan penilaian tingkat kelayakan produk oleh validator, barulah dilakukan perhitungan persentase kelayakan dengan cara membagi skor yang didapat dibagi dengan skor yang diharapkan.

Tabel 2. Keterangan Skor Kelayakan Rating Scale

No	Persentase Rating Scale	Keterangan
1	76% - 100%	Sangat Layak (SL)
2	51% - 75%	Layak (L)
3	26% - 50%	Tidak Layak (TL)
4	0% - 25%	Sangat Tidak Layak (STL)

Setelah dilakukan perhitungan persentase kelayakan, kemudian dilakukan penilaian kelayakan produk menggunakan skala *rating scale*. Dibawah ini merupakan detail keterangan skor kelayakan *rating scale*.

$$(\%)kelayakan = \frac{\text{skor yang didapat}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100$$

Proses yang kedua adalah pengujian unjuk kerja perbandingan produk pada proses ini penulis melakukan pengujian perbandingan akurasi pada alat penulis akan menghitung persentase rata-rata *error* pada alat yang dibuat menggunakan rumus dibawah ini:

$$(\%)error = \frac{\text{nilai invasive} - \text{nilai non invasive}}{\text{nilai invasive}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan gambar hasil akhir dari alat ukur gula darah *non-invasive*.

Gambar 2. Bentuk alat ukur gula darah *non-invasive*.

Setelah alat dapat berfungsi dengan baik. Proses selanjutnya adalah pengujian validasi produk. Pada proses validasi alat ini dilakukan oleh 2 dosen ahli produk dengan menggunakan kuesioner. Tujuan dari proses pengujian validasi alat ini adalah untuk mengetahui apakah fungsinya telah memenuhi standar. Setelah semua perangkat diuji dan berfungsi dengan baik, alat tersebut dapat dianggap layak untuk digunakan dalam penelitian. Desain dari produk, kinerja dari produk, dan pemanfaatan produk adalah beberapa aspek yang diujikan. Berikut merupakan analisis hasil pengujian validasi dari para ahli produk.

Sesuai dengan data dalam tabel 3, hasil perhitungan skor persentase untuk tiga aspek produk yaitu desain produk sebesar 100%, kinerja produk sebesar 95%, dan pemanfaatan produk sebesar 100%. Alat ini dapat dianggap "Sangat Layak (SL)" untuk digunakan, berdasarkan skor persentase validasi produk 98,3% yang diberikan oleh validator 1.

Tabel 3. Skor Kelayakan Produk Validator 1

Aspek	Skor Maks	Skor Validator	Rata-Rata	%	Kriteria
Desain Produk	20	20	4	100	SL
Kinerja Produk	20	19	3,8	95	SL
Pemanfaatan Produk	20	20	4	100	SL
Jumlah	60	59	3,93	98,3	SL

Tabel 4. Skor Kelayakan Produk Validator 2

Aspek	Skor Maks	Skor Validator	Rata-Rata	%	Kriteria
Desain Produk	20	17	3,4	85	SL
Kinerja Produk	20	20	4	100	SL
Pemanfaatan Produk	20	20	4	100	SL
Jumlah	60	57	3,8	95	SL

Sesuai dengan data dalam tabel 4, hasil perhitungan skor persentase untuk tiga aspek produk yaitu desain produk sebesar 85%, kinerja produk sebesar 100%, dan pemanfaatan produk sebesar 100%. Alat ini dapat dianggap "Sangat Layak (SL)" untuk digunakan, berdasarkan skor persentase validasi produk 95% yang diberikan oleh validator 2.

Setelah didapatkan hasil tingkat kelayakan alat yang dinilai oleh validator proses selanjutnya adalah pengujian perbandingan antara alat *invasive* dan alat *non-invasive* penulis akan menghitung persentase rata-rata *error* pada alat yang dibuat. Berikut merupakan persentase *error* dari hasil uji perbandingan alat.

Dari hasil perhitungan yang tertera pada tabel 5, dapat disimpulkan alat ukur gula darah *non-invasive* ini memiliki persentase kesalahan relatif rata-rata sebesar 5,7%. Dan hasil untuk nilai persentase kebenaran alat ini adalah 94,3%.

Tabel 5. Persentase Rata-Rata *Error* Alat *Non-Invasive*

Pengguna	Alat <i>Invasive</i> (mg/dL)	Alat <i>Non-Invasive</i> (mg/dL)	Persentase Kesalahan Relatif (%)
1	80	88	10
2	136	119	12,5
3	83	79	4,8
4	83	82	1,2
5	143	141	1,3
6	84	82	2,3
7	97	102	5,1
8	86	74	13,9
9	115	105	8,6
10	144	150	4,1
11	94	93	1
12	97	101	4,1
13	81	85	4,9
14	94	94	0
15	111	102	8,1
16	120	115	4,1
17	87	82	5,1
18	143	132	7,6
19	74	84	13,5
20	86	85	1,1
Total = 113,3 % / 20 =			5,7 %

Penelitian "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non-Invasive* Menggunakan Arduino Nano dan Modul Sensor MAX30100" bertujuan untuk melakukan analisis lebih lanjut terhadap Unjuk kerja Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non-Invasive* Menggunakan Arduino Nano dan Modul Sensor MAX30100 dapat dinilai dari hasil pengujian perbandingan antara alat *invasive* dan alat *non-invasive*. Hasil pengujian disajikan dalam tabel 5. Tabel ini menunjukkan bahwa alat ukur kadar gula darah *non-invasive* dapat bekerja dengan baik.

Serta bagaimana tingkat kelayakan Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non-Invasive* Menggunakan Arduino Nano dan Modul Sensor MAX30100. Untuk mengetahui tingkat kelayakannya maka dilakukan uji validasi oleh ahli produk. Hasil validasi disajikan dalam tabel 3 dan 4. Tabel tersebut menunjukkan Hasil persentase keseluruhan oleh validator pertama sebesar 98,3%. Sementara itu, untuk validator kedua Skor

persentase keseluruhan yaitu sebesar 95%. Berdasarkan skor persentase kedua validator tersebut dapat disimpulkan bahwa Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non-Invasive* dinilai "Sangat Layak (SL)" digunakan.

SIMPULAN

Rancang bangun sistem *non-invasive* pada pengukuran alat ukur kadar gula darah dapat berjalan dengan baik. Rancangan tersebut terdiri dari perancangan alat, mengidentifikasi komponen yang dibutuhkan, perancangan rangkaian, serta membuat pemrograman ke dalam arduino nano.

Kinerja dari alat ukur kadar gula darah *non-invasive* berdasarkan hasil uji perbandingan yang tertera pada tabel 5, dapat disimpulkan alat ukur kadar gula darah *non-invasive* ini memiliki persentase kesalahan relatif rata-rata sebesar 5,7%. Dan hasil untuk nilai persentase kebenaran alat ini adalah 94,3%.

Berdasarkan persentase skor pada hasil validasi kelayakan alat oleh kedua ahli produk menunjukkan bahwa Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non-Invasive* mendapatkan skor persentase akhir sebesar 98,3% dan 95%. Berdasarkan persentase tersebut Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non-Invasive* ini dapat dianggap "Sangat Layak" untuk digunakan.

DAFTAR RUJUKAN

- Anwar, B. I., Patmasari, R., & Fauzi, H. (2016). Perancangan Dan Implementasi Alat Pengukur Kadar Glukosa Dalam Darah Secara Non-Invasive Berbasis Arduino. *eProceedings of Engineering*, 3(3).
- Apridho, A., Gusa, R. F., & Arkan, F. (2021). ALAT UKUR KADAR GLUKOSA DARAH NON-INVASIVE TERHUBUNG APLIKASI ANDROID. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 12(1), 57-70.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach* (Vol. 722). New York: Springer.
- Firgiansyah, A. (2016). Perbandingan kadar glukosa darah menggunakan spektrofotometer dan glukometer. Skripsi.
- Internasional Diabetes Federation. (2024, Mei 18). *Idf Diabetes Atlas 10th Edition 2021*. Retrieved From Diabetesatlas.Org: <https://Diabetesatlas.Org/Data/En/Country/94/Id.Html>
- Irawati, N. (2012). Rancang bangun alat pengukur kadar gula darah menggunakan metode optik untuk penderita diabetes melitus (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS AIRLANGGA).
- Rahmatullah, W., & Rizki, S. A. (2021). Faktor-Faktor Penyebab Rendahnya Minat Donor Darah Di Dusun Siren Desa Rumbuk Timur Kecamatan Sakra Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Amanah Kesehatan*, 3(2), 214-226.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: Cv. Alfabeta
- Sulehu, M., & Senrimang, A. H. (2018). Program Aplikasi Alat Pengukur Kadar Glukosa Dalam Darah Non Invasive Berbasis Desktop. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 8(1), 16-24.
- Sumakul, V. D., Suparlan, M. S., Toreh, P. M., & Karouw, B. M. (2022). Edukasi Diabetes Melitus Dan Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah Umat Paroki St. Antonius Padua Tataaran. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat MAPALUS*, 1(1), 18-25.