



PENDETEKSI KADAR GULA MELALUI URINE MENGGUNAKAN SENSOR WARNA BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Martinus Mujur Rose¹, Suzan Zefi², Rapiko Duri³, Rizky Adeliza Ambarini⁴,
Sarinda Aprita Dimalya⁵
mujur@polsri.ac.id¹, suzanzeffi250977@gmail.com², rizkyadeliza3@gmail.com⁴,
sarindaapritadimalya2003@gmail.com⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Telekomunikasi Fakultas Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya

ABSTRACT

Improve health monitoring through an innovative approach by applying Color Sensor technology and the Internet of Things (IoT) in detecting sugar levels through urine. This research proposes a system that utilizes color sensors to measure and analyze sugar levels in urine specimens, and connects the measured data to an IoT platform. This approach allows users to monitor sugar levels in real-time and manage data through internet-connected devices. The color sensor-based urine sugar measurement method is proposed as an alternative for people with diabetes who have difficulty healing wounds and for users who are afraid of needles. The implementation of this system promises to significantly contribute to leading-edge health solutions that focus on convenience, careful monitoring, and better management of health conditions. By integrating color sensors with IoT, this research contributes to the development of technology-based healthcare and pushes towards more personalized and intelligent care.

Keywords: Sugar Level, Urine, Android app, Internet of Things, TCS3200 Senso.

ABSTRAK

Tingkatkan pemantauan kesehatan melalui pendekatan inovatif dengan menerapkan teknologi Sensor Warna dan *Internet of Things* (IoT) dalam pendeteksian kadar gula melalui urine. Penelitian ini mengusulkan sebuah sistem yang memanfaatkan sensor warna untuk mengukur dan menganalisis kadar gula dalam spesimen urine, serta menghubungkan data hasil pengukuran ke *platform* IoT. Pendekatan ini memungkinkan pengguna untuk dapat memantau kadar gula secara *real-time* dan mengelola data melalui perangkat yang terhubung dengan internet. Metode pengukuran kadar gula melalui urine berbasis sensor warna tersebut diusulkan sebagai alternatif bagi pengidap diabetes yang sulit sembuh saat luka dan bagi pengguna yang takut akan jarum. Implementasi sistem ini menjanjikan kontribusi signifikan dalam menghadirkan solusi kesehatan terdepan yang berfokus pada kenyamanan, pemantauan yang cermat, dan manajemen kondisi kesehatan yang lebih baik. Dengan mengintegrasikan sensor warna dengan IoT, penelitian ini memberikan kontribusi pada perkembangan perawatan kesehatan berbasis teknologi dan mendorong menuju perawatan yang lebih personal dan cerdas.

Kata Kunci: Kadar Gula, Urine, aplikasi Android, Internet of Things, Sensor TCS3200



PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan teknologi telah mengubah banyak aspek kehidupan manusia, termasuk di bidang kesehatan. Salah satu perkembangan penting dalam bidang ini adalah pengembangan aplikasi *mobile* yang dapat membantu individu dalam memonitor kondisi kesehatan mereka[1]. Salah satu kondisi kesehatan yang penting untuk dimonitor adalah kadar gula, terutama bagi penderita diabetes. Diabetes merupakan penyakit kronis yang ditandai dengan ketidakmampuan tubuh untuk mengatur kadar glukosa (gula) dalam darah dengan baik. Hal tersebut dapat menyebabkan peningkatan kadar gula dalam darah. Pengukuran gula darah juga dapat dilakukan melalui urine dengan menggunakan proses *urinalisis*. Kadar gula yang tinggi dalam urine, yang dikenal sebagai *glukosuria*, yang dapat menjadi tanda adanya masalah dalam pengaturan gula darah[2]. Salah satu metode yang umum digunakan adalah penggunaan alat pengukur glukosa darah, yang memerlukan tusukan jarum untuk mengambil sampel darah. Namun, metode tersebut cukup menakutkan bagi pengguna yang takut akan jarum dan berbahaya bagi penderita diabetes yang serius, apabila terjadi luka akan sulit untuk sembuh. Dengan pendeteksian kadar gula melalui urine tidak memerlukan tusukan jarum atau pengambilan darah, seperti yang biasanya dilakukan dalam pengukuran glukosa darah. Ini berarti penderita diabetes tidak perlu merasa takut atau cemas menghadapi rasa sakit atau ketidaknyamanan yang terkait dengan pengambilan sampel darah.

Dengan memanfaatkan teknologi, pendeteksian kadar gula melalui urine dilakukan dengan menggunakan sensor warna yang nantinya akan mengklasifikasi urine berdasarkan tingkatan warna yang dihasilkan[2][3]. Sensor warna tersebut akan terintegrasi dalam Aplikasi Android atau *mobile* yang dirancang khusus untuk melakukan pendeteksian kadar gula melalui urine. Data hasil deteksi kemudian dapat ditampilkan secara langsung di layar perangkat, disimpan untuk dianalisis lebih lanjut.

METODE PENELITIAN

Kadar Gula Darah

“(Marianti, 2020) menuturkan penyakit hiperglikemia didapati tingginya kadar gula >200 mg/dL. Sering lelah, haus, buang air kecil dan nafsu makan tinggi adalah gejala yang dialami. Penyakit hipoglikemia memiliki kadar gula yang rendah <70 mg/dL. Berbicara melantur, otot berkedut, kejang, susah berkonsentrasi dan tidak mampu berdiri atau berjalan adalah gejala yang dialami.”

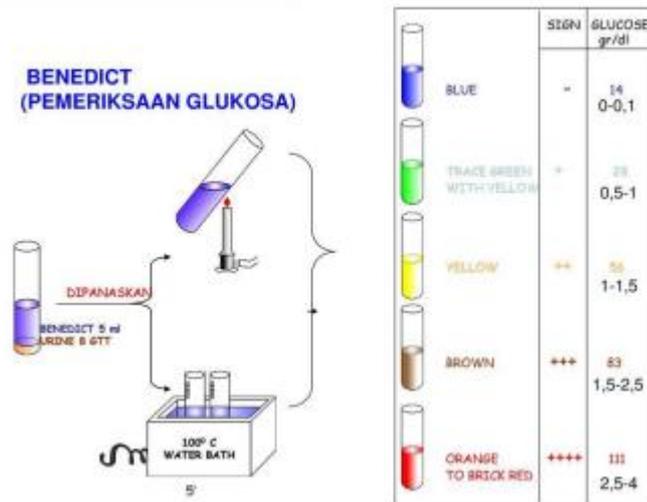
Metode Urinalisis

“(Rosida & Pratiwi, 2019) menuturkan bahwa prosedur pemeriksaan urine yang mencakup teknik mikroskopis, makroskopis, dan kimia disebut metode urinalisis. Karena murah, relatif mudah, dan non-invasif metode ini banyak digunakan oleh dunia kesehatan.”

- a. Teknik mikroskopis dilakukan pemeriksaan sedimen pada urine untuk menilai unsur anorganik dan organiknya.
- b. Teknik makroskopis dilakukan pemeriksaan terhadap warna, kejernihan, dan volume pada urine.
- c. Kimia urine dilakukan pemeriksaan terhadap urobilinogen, bilirubin, pH, berat jenis, nitrit, dll.

Uji Benedict Pada Urine

“Tes kimia untuk mengetahui kadar gula pereduksi pada urine disebut tes benedict. (Cahyany & Sodik, 2018) menuturkan bahwa kadar glukosa darah pada urine dapat diketahui dengan tes benedict. Penyebab utama diabetes adalah glukosa. (Aziz, 2016) menguraikan kadar glukosa darah dalam tubuh dapat diketahui dengan pengujian kadar gula urine secara tidak langsung dengan batas normal sebesar 180 mg/dL.”



Gambar 1. Mekanisme Larutan Benedict

“Menurut (Atmojo, 2022), Warna yang dihasilkan dari proses pencampuran gula pereduksi dengan benedict bervariasi mulai dari hijau hingga merah bata, hal tersebut dipengaruhi oleh jenis dan jumlah gula yang terkandung dalam urine.”

Tabel 1. Interpretasi hasil Metode Benedict

Interpretasi	Keterangan
Negatif (-)	Biru Jernih
Positif satu (+)	Hijau kekuning-kuningan
Positif Dua (++)	Kuning keruh (1-1,5% glukosa)
Positif tiga (+++)	Jingga / warna lumpur keruh
Positif empat (++++)	Merah keruh (> 3.5% glukosa)

Sensor TCS3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor warna yang sering digunakan untuk mengukur intensitas Cahaya merah, hijau dan biru (RGB) serta menghasilkan *output* digital yang sesuai dengan warna yang terdeteksi. Sensor ini mampu mendeteksi suatu objek benda atau warna dari objek yang di monitor. Sensor warna TCS3200 juga dapat digunakan sebagai sensor gerak, dimana sensor mendeteksi gerakan suatu objek berdasarkan perubahan warna yang diterima oleh sensor.

Tabel 2. Pemilihan filter Photodiode pada S2 & S3

Tipe Photodiode	S2	S3
Red	LOW	LOW
Blue	LOW	HIGH
No Filter	HIGH	LOW
Green	HIGH	HIGH



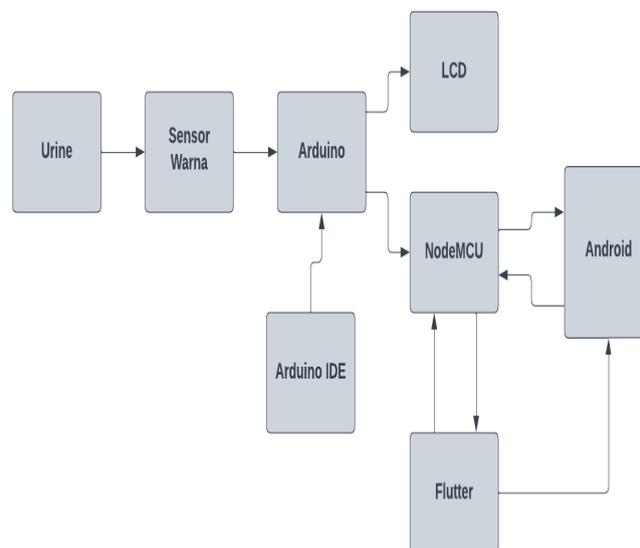
Sensor TCS3200 memiliki konverter arus ke frekuensi yang mengubah pembacaan *LED* menjadi pulsa yang frekuensinya sebanding dengan intensitas cahaya warna yang dipilih. Pin S0 dan S1 digunakan untuk skala frekuensi *output*. Nilai skala yang dapat dipilih adalah 2%, 20% dan 100%. Penskalaan frekuensi *output* sangat berguna untuk mengoptimalkan pembacaan sensor, sedangkan pada Arduino biasanya menggunakan skala frekuensi 20%.

Tabel 3. Nilai Logika Scalling pada S0 dan S1

Output Frequency Scalling	S0	S1
Power Down	LOW	LOW
2%	LOW	HIGH
20%	HIGH	LOW

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Sistem



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Pendeteksian

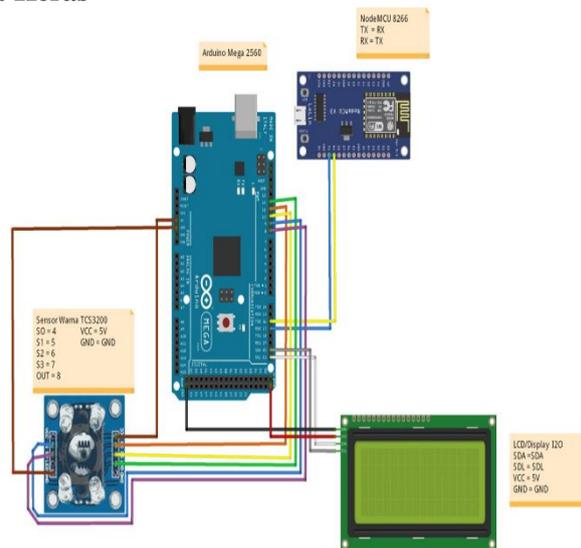
Keterangan Diagram Blok :

1. *Input* atau masukan pertama berasal dari Aplikasi Pendeteksi Kadar Gula berupa perintah mulai menjalankan proses pengukuran sensor warna yang akan diberikan kepada *Microcontroller Unit* berupa *NodeMCU* dan database dari *user* yang masuk untuk melakukan pengukuran berupa *Firestore Database*
2. Informasi yang diterima melalui *NodeMCU* akan diproses oleh mikrokontroler berupa *Arduino ATmega* sebagai mikrokontroler yang akan menghasilkan *output* berupa informasi perintah lanjutan.
3. *Input* atau masukan kedua berasal dari larutan atau cairan sampel yang akan dibaca oleh sensor warna TCS3200 *output* yang didapat akan disampaikan kepada *Firestore Database* yang berisikan data real dari pengukuran, disisi lain data yang terdeteksi pada sensor warna akan ditampilkan pada *LCD* yang ada pada alat.
4. Untuk memberi perintah berhenti pada proses pengukuran sama seperti proses mulai menjalankan perintah, dimana untuk proses pemberhentian juga dilakukan di Aplikasi Android.



5. Setelah melakukan pemberhentian proses pengukuran maka data pada *realtime database* akan berhenti dan akan tersimpan di *firestore database* dan di aplikasi android pada halaman *record data* dan *graphic data*.

Perancangan Perangkat Keras

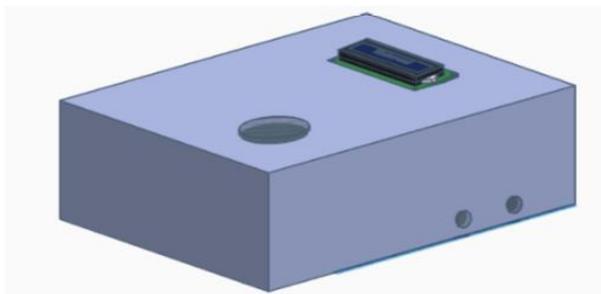


Gambar 3. Skema Sistem

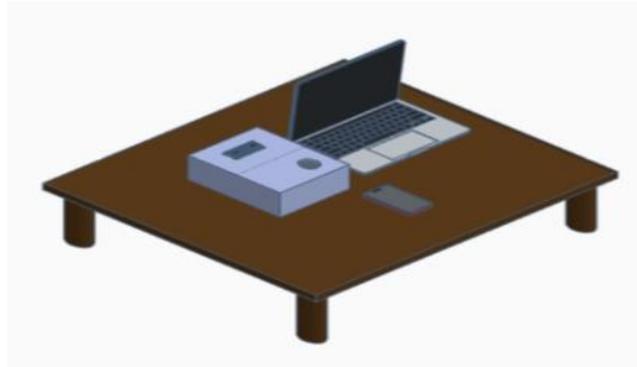
Skema sistem pada Gambar 3 terdiri dari Arduino AtMega, Sensor Warna TCS3200, LCD I2O 20X4, NodeMCU 8266.

Keterangan:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| a. Pin S0 ke Pin 4 Arduino | h. Pin TX NodeMCU ke Pin RX Arduino |
| b. Pin S1 ke Pin 5 Arduino | i. Pin RX NodeMCU ke Pin TX Arduino |
| c. Pin S2 ke Pin 6 Arduino | j. Pin SDA LCD ke Pin SDA Arduino |
| d. Pin S3 ke Pin 7 Arduino | k. Pin SDL LCD ke Pin SDL Arduino |
| e. Pin Out ke Pin 8 Arduino | l. Pin VCC LCD ke Pin 5V Arduino |
| f. Pin VCC ke Pin 5V Arduino | m. Pin GND LCD ke Pin GND Arduino |
| g. Pin GND ke Pin GND Arduino | |

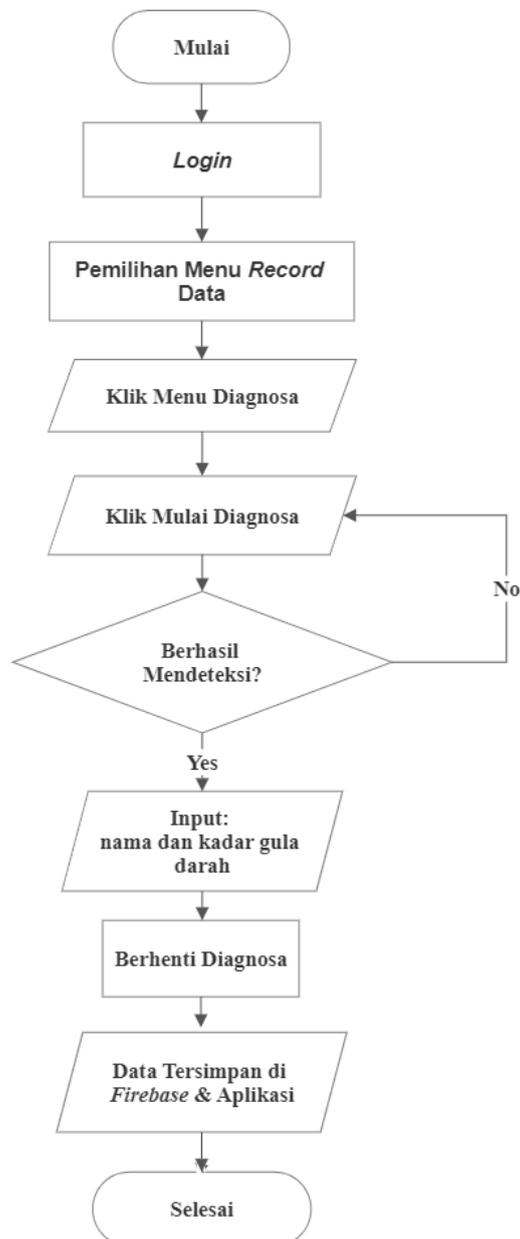


Gambar 4. Tampilan Luar



Gambar 5. Tampilan Implementasi Alat

Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 6. Flowchart Pendeteksian pada Aplikasi



Pada gambar *flowchart* diagnosa dari aplikasi untuk melakukan pengukuran kadar gula dalam urine yang diawali dengan *Login* kemudian pilih menu *Record* data pada menu bar. Untuk mulai melakukan pengukuran pilih menu ikon diagnosa lalu klik mulai diagnosa, maka aplikasi akan memberi perintah.

Implementasi Keseluruhan Sistem



Gambar 7. Tampilan Alat



Gambar 8. Tampilan Dalam Alat

Pembahasan Pengujian Sensor TCS3200

Tabel 4. Ranges Color RGB TCS3200

Kriteria	Intensitas Cahaya	R	G	B
Biru	Rendah	46	30	21
	Tinggi	36	35	29
Hijau Kekuningan	Rendah	53	54	46
	Tinggi	40	40	34
Kuning	Rendah	28	40	35
	Tinggi	23	36	40
Jingga	Rendah	48	47	39
	Tinggi	40	39	33
Merah	Rendah	49	50	41
	Tinggi	37	37	31



Rules Logic RGB TCS3200 mengacu pada logika aturan yang digunakan untuk menginterpretasi data yang diterima dari sensor TCS3200. Karena sensor TCS3200 menghasilkan *output* berdasarkan intensitas cahaya yang diterima dari sumber cahaya yang diarahkan ke permukaan, perlu adanya algoritma atau logika untuk mengkonversi data ini menjadi informasi warna yang dapat dipahami.

Tabel 5. Hasil Deteksi Warna Sensor TCS3200

No.	Nama Sampel	TCS 3200			Warna Urine	Kategori	Pengiriman pada Aplikasi
		R	G	B			
1.	Rima Amalia, S.T.	36	35	29	 Warna Urine : Biru	Negatif	Berhasil
2.	Siti Nurul, S.Pd.	40	39	33	 Warna Urine : Jingga	Positif +++	Berhasil
3.	Ellysa Sari, S.Pd., M.M.	28	41	36	 Warna Urine : Kuning keruh	Positif ++	Berhasil
4.	Rima Suryani, S.Pd.	36	35	29	 Warna Urine : Biru	Normal	Berhasil
5.	Endah, M.M.T.	36	35	29	 Warna Urine : Biru	Normal	Berhasil
6.	Zulia Dwiyani, S.Pd.	40	40	34	 Warna Urine : Hijau Kekuningan	Positif +	Berhasil
7.	Yuliani, S.Pd.	40	40	34	 Warna Urine : Hijau Kekuningan	Positif +	Berhasil
8.	Dewi Bessy, S.Pd.	28	41	36	 Warna Urine : Kuning Keruh	Positif ++	Berhasil



9.	Amrina Rosada, M.Pd.	36	35	29		Normal	Berhasil
					Warna Urine : Biru		
10.	Suniasuti, Handayani S.Pd., M.M.	36	35	29		Normal	Berhasil
					Warna Urine : Biru		

Berdasarkan hasil pada Tabel di atas dari pengujian yang dilakukan pada alat rancang bangun pendeteksi kadar gula darah dalam urine menggunakan sensor warna berbasis IoT, dari banyaknya sampel yang diambil semua dapat terdeteksi pada alat rancang bangun dengan menampilkan RGB yang sesuai. Sedangkan pada aplikasi sudah dapat bekerja dengan baik sehingga dapat menjalankan perintah untuk mendeteksi dan perintah untuk menyimpan data baik pada *database* maupun pada aplikasi.

Tabel 6. Hasil Pengujian *Usability Black Box Testing*

No	Bagian Pengujian	Fungsi yang di uji	Input	Output	Hasil Uji
1.	Registration	Menu Register untuk mendaftar	Masuk ke halaman register dengan memasukkan nama, email <i>password</i> , foto profil yang benar	Data yang diisi akan disimpan di dalam <i>database</i>	Diterima
			Halaman Register dengan tidak mengisi salah satu <i>form</i>	Data yang tidak semua diisi tidak disimpan di dalam <i>database</i> . Tetap berada di halaman register	Diterima
2.	Login	Menu Login masuk sistem	Masuk ke halaman <i>login</i> dengan memasukan email dan <i>password</i>	Masuk ke dalam sistem dan menampilkan halaman <i>Home</i>	Diterima
			Masuk ke halaman <i>login</i> dengan memasukkan email dan <i>password</i> salah	Kembali ke halaman Register	Diterima
3.	Home	Menu Home	Pilih menu <i>Home</i>	Menampilkan data nama dan email yang	Diterima
		Menu Logout	Klik menu <i>logout</i>	Keluar akun dan dialihkan ke halaman <i>login</i>	Diterima



4.	Graphic	Grafik	Klik ikon grafik dengan tulisan Graph pada menu bar di bawah	Menampilkan halaman data yang telah diterima dari pengujian urine dan pengukuran gula darah, yang hanya menampilkan data dalam bentuk grafik	Diterima
5.	Record Data	Record data	Klik ikon	Menampilkan halaman data yang telah diterima dari pengujian dari urine dan pengukuran	Diterima
		Diagnosa	Klik ikon berbentuk tiga lingkaran atau menu diagnosa pada tampilan <i>record data</i>	Menampilkan halaman untuk melakukan perintah memulai dan memberhentikan pengukuran urine serta menginput data dari pengukuran glukosa atau darah.	Diterima
		Cetak PDF	Klik ikon dengan tulisan PDF	Diperuntukan untuk pencetak hasil data dari data yang ada di halaman <i>record data</i> dan di simpan dalam <i>device</i> .	Diterima
6.	Diagnosa	Menu mulai Diagnosa	Klik Memulai Diagnosa	Menu ini berfungsi untuk memberi perintah melakukan pengukuran pada alat rancang bangun dan mengidentifikasi urine berdasarkan warna menggunakan sensor warna. Sehingga dapat memperoleh data hasil pengukuran yang bersifat <i>real-time</i> .	Diterima
		Menu Berhenti Diagnosa	Klik Berhenti Diagnosa	Menu ini berfungsi untuk memberi perintah berhenti pada alat rancang bangun dalam mendeteksi atau melakukan pengukuran pada urine sehingga data yang di dapat dalam pengukuran tersimpan di dalam <i>firebase</i> dan aplikasi <i>android</i> .	Diterima
		Menu Submit Pengukuran Gula darah	Masukan data dari pengukuran gula darah	Menu ini berfungsi berbentuk <i>form submit</i> yang nantinya digunakan untuk menginput data dari pengukuran gula darah atau glukosa. Setelah di <i>submit</i> data akan tersimpan di dalam <i>firebase</i> dan ditampilkan aplikasi <i>android</i> pada halaman <i>record data</i> .	Diterima

KESIMPULAN

1. Aplikasi Pendeteksi Kadar Gula Darah dibuat untuk mempermudah pengolahan informasi dan memonitoring kadar gula dengan urine, dimana terintegrasi dengan perangkat keras mikrokontroler *Arduino* dan *nodemcu* sehingga memungkinkan perangkat yang dikembangkan dengan *platform* seperti *IoT* ini, untuk terhubung ke internet dan berkomunikasi secara nirkabel.
2. Dalam proses pendeteksian kadar gula dalam urine menggunakan sensor warna, sensor warna TCS3200 bekerja sesuai aturan logika RGB-nya. Ini memungkinkan identifikasi urine berdasarkan



interpretasi metode benedict, dan hasilnya sejalan dengan data di Tabel 4 Berdasarkan pengujian pada banyak partisipan, ditemukan bahwa rata-rata menunjukkan indikasi prediabetes.

3. Untuk mengidentifikasi kriteria berdasarkan hasil pengujian kadar gula darah Normal, Pradiabetes dan Diabetes dengan tepat dibagi dalam beberapa tes yaitu Tes Gula Darah Saat Puasa, Tes Gula Darah Sewaktu dan Tes Toleransi Glukosa Oral. Di mana dapat dikatakan gula darah tinggi apabila gula darah sewaktu lebih dari 200 mg/dL atau 11 mmol/L. Jika memiliki gula darah rendah maka, kadarnya di bawah 70 mg/dL. Sedangkan Pradiabetes, dimana kondisi gula darah lebih dari normal, tetapi belum tergolong sebagai diabetes.
4. Keberadaan aplikasi ini memungkinkan kita dapat mengakses data gula darah secara *online* atau dapat dilakukan dimana saja. Hal ini memberikan kemudahan dan memberikan layanan yang lebih baik kepada pengguna.

DAFTAR PUSATAKA

- [1] Atika H., Ernia S. 2020. "Pengembangan Aplikasi Mobile Health Berbasis Android untuk monitoring dan evaluasi Stunting".
- [2] Rahmat Budianto, 2018. "Prototype Urine Analyzer Telemetry Menggunakan Sensor Warna Untuk mendeteksi Penyakit Diabetes Pada Seseorang".
- [3] Muhammad Eko Lutfianto, Rizal Maulana, Mochammad Hannats Hanafi Ichsan.2022. "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah dan Kandungan Protein Non-invasive pada Urine dengan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) berbasis Arduino". Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol. 6, No. 7.
- [4] BinarAcademy,2018."PengertianInternetofThings"<https://www.binaracademy.com/blog/internet-of-things-dan-penjelasan-lengkapny>. diakses pada 20 Desember 2022