

**RANCANG BANGUN GLUKOMETER NONINVASIF
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP8266
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh derajat Sarjana S-1
Program Studi Fisika



Disusun oleh:

Akmal Nur Sya'ban

21106020024

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI FISIKA

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B.1216/Un.02/DST/PP.00.9/06/2026

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Glukometer Noninvasif Menggunakan Mikrokontroler ESP8266 Berbasis Internet of Thing (IoT)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : AKMAL NUR SYABAN
Nomor Induk Mahasiswa : 21106020024
Telah diujikan pada : Kamis, 04 Juni 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TTM UJIAN TUGAS AKHIR



Kelua Sidang
Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID : 6a22762b1310a



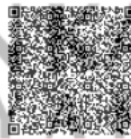
Penguji I
Asih Melati, S.Si., M.Sc., Ph.D.
SIGNED

Valid ID : 6a2274383db73



Penguji II
Cecilia Yanuarief, M.Si.
SIGNED

Valid ID : 6a227d3adeac8



Yogyakarta, 04 Juni 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID : 6a227eedb61ea

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Akmal Nur Sya'ban

NIM : 21106020024

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul “Rancang Bangun Glukometer Noninvasif Menggunakan Mikrokontroler ESP8266 Berbasis *Internet of Things* (IoT)” adalah hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diujikan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 26 Mei 2026

Penulis




Akmal Nur Sya'ban
NIM. 21106020024

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Akmal Nur Sya'ban
NIM : 21106020024
Judul Skripsi : Rancang Bangun Glukometer Noninvasif Menggunakan Mikrokontroler ESP8266 Berbasis *Internet of Things* (IoT)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing II

Ade Kurniawan, Ph.D.

NIP. 19890312 201903 1 009

Yogyakarta, 25 Mei 2026

Pembimbing I

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.

NIP. 19780510 200501 1 003

HALAMAN MOTTO

“Saya menulis ini bukan karena mudah, tapi karena saya pantas
menyelesaikannya.”

"I wrote this not because it was easy, but because I deserved to finish it."

Lucien Ardeval



HALAMAN PERSEMBAHAN

“Karya ini dipersembahkan kepada Bapak dan Ibu tercinta, yang tak pernah lelah mendoakan, mendukung, dan mengorbankan segalanya.”

“Kepada para dosen pembimbing yang telah mengarahkan dengan penuh kesabaran.”

“Serta untuk seluruh pejuang diabetes, semoga alat sederhana ini kelak dapat meringankan langkah perjuangan kalian menuju hidup yang lebih sehat.”



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis memiliki kesempatan untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Glukometer Noninvasif Menggunakan Mikrokontroler ESP8266 Berbasis *Internet of Things* (IoT)”.

Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik sebagai bentuk tanggung jawab, sekaligus untuk melaporkan Penelitian Tugas Akhir penulis yang telah dilakukan. Diharapkan laporan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak, khususnya untuk penulis. Dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan dari penelitian ini, penulis mendapat banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah *subhanahu wa ta'ala*.
2. Bapak Baryono dan Ibu Ruli Widawati selaku orang tua yang telah memberikan berbagai dukungan dalam bentuk materiil maupun doa.
3. Bapak Prof. Noorhaidi, S.Ag., M.Phil., Ph.D., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Ibu Dr. Widayanti, S.Si., M.Si., selaku Kepala Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

6. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik Program Studi Fisika Angkatan 2021 dan Dosen Pembimbing I skripsi yang selalu memberikan arahan, masukan, dan semangat dalam proses penulisan laporan ini.
7. Bapak Ade Kurniawan, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan teknis dalam proses penelitian ini.
8. Bapak Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si., Ibu Asih Melati, Ph.D., dan Bapak Cecilia Yanuarief, M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan untuk penyempurnaan skripsi ini.
9. Seluruh Dosen Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan motivasi yang sangat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini.
10. Pihak Pemerintah Desa Kemiri Lor yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan kegiatan pengambilan data dalam rangka penelitian ini.
11. Annas Muhlasin, Iin Aprilia, dan Zaenal Arifin selaku teman sepembimbingan yang telah memberikan dorongan motivasi, menemani, membantu, dan membagikan solusi dalam penelitian ini.
12. Nabil dan Gaza yang selalu memberikan dukungan dan dorongan kepada penulis
13. Teman-teman Study Club Fisika Instrumentasi, khususnya Saudari Nurul dan Nabila yang telah berbagi pengalaman dan dukungan kepada penulis.

14. Teman-teman komunitas “Party Ambyar” yang telah berbagi pengalaman dan dukungan kepada penulis.
15. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam bentuk apapun yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.
16. Diri penulis yang bisa dan mampu dalam menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir ini.

Selain ucapan terima kasih, penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini terdapat banyak kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca. *Aamiin.*

Yogyakarta, 25 Mei 2026



Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**RANCANG BANGUN GLUKOMETER NONINVASIF
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP8266
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

**Akmal Nur Sya'ban
21106020024**

INTISARI

Tingginya jumlah penderita diabetes melitus secara global mendorong kebutuhan akan alat pemantau kadar glukosa darah yang nyaman, murah, dan mudah digunakan tanpa prosedur invasif. Penelitian ini bertujuan merancang, membuat, dan menguji glukometer noninvasif berbasis sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266, dan sistem *Internet of Things* (IoT) menggunakan protokol MQTT. Sensor MAX30102 bekerja dengan prinsip *photoplethysmography* (PPG), mendeteksi sinyal melalui permukaan kulit menggunakan pancaran cahaya merah dan inframerah untuk mengukur kadar glukosa darah secara tidak langsung. Data yang diperoleh diproses oleh mikrokontroler ESP8266 dan dikirimkan secara *real-time* ke platform IoT melalui jaringan WiFi menggunakan aplikasi IoT MQTT Panel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat memiliki akurasi rata-rata sebesar 98,21%, memenuhi standar ISO 15197:2013 yang diadopsi PERKENI. Nilai presisi keterulangan rata-rata sebesar 99,04% dan 98,92% untuk masing-masing operator, serta presisi antara rata-rata sebesar 98,71%.

Kata kunci: ESP8266, glukometer noninvasif, IoT, MAX30102, MQTT

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF A NON-INVASIVE GLUCOMETER
USING ESP8266 MICROCONTROLLER BASED ON INTERNET OF
THINGS (IOT)**

**Akmal Nur Sya'ban
21106020024**

ABSTRACT

The high number of diabetes mellitus patients globally drives the need for a comfortable, affordable, and easy-to-use blood glucose monitoring device without invasive procedures. This study aims to design, develop, and evaluate a non-invasive glucometer based on the MAX30102 sensor, ESP8266 microcontroller, and an Internet of Things (IoT) system using the MQTT protocol. The MAX30102 sensor operates on the principle of photoplethysmography (PPG), detecting signals through the skin surface using red and infrared light emissions to indirectly measure blood glucose levels. The acquired data is processed by the ESP8266 microcontroller and transmitted in real-time to an IoT platform via WiFi using the IoT MQTT Panel application. The test results show that the device achieves an average accuracy of 98.21%, meeting the ISO 15197:2013 standard adopted by PERKENI. The average repeatability precision was 99.04% and 98.92% for each operator, and the intermediate precision averaged 98.71.

Keywords: *ESP8266, IoT, MAX30102, MQTT, non-invasive glucometer*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
GLOSARIUM.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Batasan Penelitian.....	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Kajian Penelitian yang Relevan	10
2.2 Landasan Teori.....	16
2.2.1. Glukosa Darah.....	16
2.2.2. Metode Pengukuran Kadar Glukosa Darah.....	22
2.2.3. Hukum Beer-Lambert	26
2.2.4. Sensor MAX30102	28
2.2.5. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266	29
2.2.6. <i>Internet of Things</i> MQTT.....	30
2.2.7. Akurasi	32
2.2.8. Presisi.....	35

2.2.9.	Wawasan Al-Qur'an	38
BAB III	METODE PENELITIAN	39
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	39
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	39
3.2.1.	Alat Penelitian	39
3.2.2.	Bahan Penelitian	40
3.3	Prosedur Penelitian	41
3.3.1.	Perancangan Alat	43
3.3.2.	Pembuatan Alat	45
3.3.3.	Pengujian Alat	49
3.4	Sistematika Pembahasan Hasil Penelitian	53
3.4.1.	Pembahasan Hasil Perancangan dan Pembuatan	53
3.4.2.	Pembahasan Hasil Pengujian	53
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1	Hasil Penelitian	54
4.1.1.	Hasil Perancangan Alat	54
4.1.2.	Hasil Pembuatan Alat	56
4.1.3.	Hasil Pengujian Alat	59
4.2	Pembahasan	61
4.2.1	Pembahasan Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat	61
4.2.2	Pembahasan Hasil Pengujian Alat	67
BAB V	PENUTUP	71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN		79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Metode PPG dengan (A) transmisi dan (B) refleksi.....	25
Gambar 2.1 Proses transmitansi sampel	26
Gambar 2.2 Modul MAX30102	28
Gambar 2.3 Bagian-bagian dalam modul MAX30102.....	28
Gambar 2.4 NodeMCU ESP8266 V3.....	30
Gambar 2.5 Komponen-komponen MQTT	31
Gambar 2.6 Akurasi dan presisi	36
Gambar 3.1 Diagram blok glukometer noninvasif yang dibuat	41
Gambar 4.1 Hasil perancangan sistem akuisisi data.....	55
Gambar 4.2 Hasil perancangan <i>casing</i> alat	55
Gambar 4.3 Hasil perancangan perangkat lunak.....	56
Gambar 4.4 Hasil pembuatan sistem akuisisi data	57
Gambar 4.5 Grafik sinyal digital hasil pembacaan sinar IR dan merah	57
Gambar 4.6 Hasil pembuatan <i>casing</i> alat	58
Gambar 4.7 Hasil pembuatan glukometer noninvasif	58
Gambar 4.8 Tampilan <i>dashboard</i> pada <i>smartphone</i>	59
Gambar Lampiran 1.1 Perancangan skema rangkaian menggunakan EasyEDA	78
Gambar Lampiran 1.2 Perancangan <i>casing</i> alat menggunakan SketchUp	79
Gambar Lampiran 1.3 Perancangan <i>flowchart</i> menggunakan Draw.io.....	79
Gambar Lampiran 2.1 Persiapan alat dan bahan	80
Gambar Lampiran 2.2 Perakitan perangkat keras.....	80
Gambar Lampiran 2.3 Pembuatan perangkat lunak.....	81
Gambar Lampiran 2.4 Dokumentasi pembuatan perangkat lunak	81
Gambar Lampiran 2.5 Grafik data kalibrasi	82
Gambar Lampiran 3.1 Pengambilan data oleh operator 1	83
Gambar Lampiran 3.2 Pengambilan data oleh operator 2	83
Gambar Lampiran 3.3 Grafik hubungan antara hasil pembacaan glukometer ..	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Skala kadar glukosa darah.....	22
Tabel 3.1 Rincian waktu penelitian.....	39
Tabel 3.2 Alat perancangan glukometer noninvasif.....	40
Tabel 3.3 Alat pembuatan glukometer noninvasif	40
Tabel 3.4 Alat pengujian glukometer noninvasif	40
Tabel 3.5 Bahan pembuatan glukometer noninvasif	41
Tabel 3.6 Bahan pengujian glukometer noninvasif	41
Tabel 3.7 Data hasil pembacaan glukometer invasif dan noninvasif operator pertama.....	50
Tabel 3.8 Data hasil pembacaan glukometer invasif dan noninvasif operator kedua	51
Tabel 3.9 Hasil penghitungan nilai akurasi	51
Tabel 3.10 Hasil penghitungan nilai presisi keterulangan	52
Tabel 3.11 Hasil penghitungan nilai presisi antara	52
Tabel 4.1 Hasil akurasi	59
Tabel 4.2 Hasil presisi keterulangan	60
Tabel 4.3 Hasil presisi antara	60
Tabel Lampiran 2.1 Data kalibrasi awal.....	82
Tabel Lampiran 2.2 Data pengujian glukometer noninvasif	84

GLOSARIUM

Absorpsi	: Proses penyerapan energi cahaya oleh suatu medium atau zat ketika berkas cahaya melewatinya.
ADC	: Konverter analog ke digital; komponen yang mengubah sinyal tegangan analog menjadi data digital berupa bilangan biner.
Bandwidth	: Kapasitas maksimum suatu jalur komunikasi data dalam mentransfer sejumlah data per satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam bit per detik (bps).
Broker	: Komponen perantara dalam arsitektur MQTT yang bertugas menerima semua pesan dari <i>publisher</i> , menyaringnya berdasarkan topik, kemudian mendistribusikannya kepada semua subscriber yang berlangganan topik tersebut.
Casing	: Wadah atau rumah pelindung komponen elektronik dari kerusakan fisik.
Dark Current	: Arus listrik kecil yang tetap mengalir pada fotodiode meskipun tidak ada cahaya yang datang.
Dashboard	: Antarmuka visual berbasis aplikasi IoT MQTT Panel pada smartphone yang menampilkan data kadar glukosa darah secara <i>real-time</i> dalam bentuk gauge, indikator status daya, dan data JSON dari hasil pengukuran glukometer noninvasif.
Diastol	: Fase relaksasi jantung dalam siklus jantung.
Far-Infrared	: Wilayah spektrum inframerah dengan panjang gelombang 25.000–1.000.000 nm.
Fotodetektor	: Komponen semikonduktor yang mengubah intensitas cahaya yang diterima menjadi sinyal listrik.
Photoplethysmography	: Metode noninvasif untuk mendeteksi perubahan volume darah pada pembuluh darah kapiler dengan memanfaatkan sifat optik jaringan (penyerapan, hamburan, transmisi cahaya).
Fungsi transfer	: Model matematis yang menghubungkan nilai masukan (input) dengan nilai keluaran (output) suatu sistem.
Glikogen	: Bentuk penyimpanan glukosa dalam tubuh yang tersimpan di hati dan otot rangka.
GPIO	: Pin serbaguna pada mikrokontroler yang dapat dikonfigurasi sebagai input atau output digital.
Hiperglikemia	: Kondisi kadar glukosa darah yang melebihi batas normal (tinggi).
Hipoglikemia	: Kondisi kadar glukosa darah yang terlalu rendah (di bawah normal).
I2C	: Protokol komunikasi serial dua jalur antara mikrokontroler (<i>master</i>) dan perangkat periferal (<i>slave</i>).
IMT	: Ukuran yang menghubungkan berat badan dan tinggi badan untuk menilai komposisi tubuh.
ISO 15197:2013	: Standar internasional yang ditetapkan untuk alat glukometer, diadopsi oleh PERKENI. Mensyaratkan 95% pengukuran berada dalam batas toleransi: ± 5

	mg/dL untuk nilai <100 mg/dL, dan $\pm 5\%$ untuk nilai ≥ 100 mg/dL.
Kalibrasi	: Proses penyelarasan alat ukur terhadap standar referensi untuk memastikan keakuratan pembacaan.
Koefisien Determinasi	: Parameter statistik yang merepresentasikan proporsi variabilitas variabel dependen (Y) yang dapat dijelaskan oleh variabel independen (X).
Latensi	: Waktu tunda dalam pengiriman atau pemrosesan data.
LED	: Komponen semikonduktor yang memancarkan cahaya ketika dialiri arus listrik.
M2M	: Komunikasi langsung antar perangkat atau mesin tanpa intervensi manusia.
Mid-Infrared	: Wilayah spektrum inframerah dengan panjang gelombang 2.500–25.000 nm, berada di antara NIR dan FIR dalam pembagian spektrum IR.
Mikrokontroler	: Komputer mini terintegrasi dalam satu <i>chip</i> yang mencakup prosesor, memori, dan pin I/O.
Near-Infrared	: Wilayah spektrum inframerah dengan panjang gelombang 780–2500 nm, paling dekat dengan cahaya tampak.
OLS	: Metode statistik untuk menentukan koefisien regresi linier yang optimal dengan meminimalkan jumlah kuadrat selisih antara nilai observasi dan nilai prediksi garis regresi.
Real-time	: Pengiriman atau pemrosesan data yang terjadi secara langsung dan hampir tanpa jeda waktu.
RSD	: Simpangan baku relatif; rasio antara simpangan baku (SD) dan nilai rata-rata, dinyatakan dalam persen: $\%RSD = (SD/\bar{X}) \times 100\%$.
SDA	: Jalur data dua arah dalam protokol komunikasi I2C yang digunakan untuk pertukaran informasi antara <i>master</i> (ESP8266) dan <i>slave</i> (MAX30102).
SCL	: Jalur sinkronisasi waktu dalam protokol I2C yang dikendalikan oleh master (ESP8266) untuk mengatur kecepatan transfer data.
Simpangan baku	: Ukuran statistik yang menggambarkan sebaran data dari nilai rata-ratanya.
Sistol	: Fase kontraksi jantung dalam siklus jantung.
TCP/IP	: <i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i> ; protokol komunikasi dasar internet.
Topik (<i>Topic</i>)	: Kanal atau alamat pengiriman pesan dalam protokol MQTT yang digunakan sebagai pengenalan antara publisher dan subscriber.
Transmitansi	: Perbandingan antara intensitas cahaya yang berhasil menembus medium dengan intensitas cahaya masukan.
WiFi	: Teknologi jaringan nirkabel berbasis standar IEEE 802.11 yang memungkinkan perangkat terhubung ke internet tanpa kabel.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes melitus merupakan penyakit kronis yang memengaruhi metabolisme glukosa dalam tubuh. Penyakit ini dapat menyebabkan glukosa dalam darah meningkat. Gangguan ini terjadi ketika pankreas tidak mampu memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup atau ketika insulin yang dihasilkan tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tubuh (Gupta dkk, 2015).

Insulin adalah hormon penting yang diproduksi oleh sel β (beta) yang terdapat pada pankreas yang berperan utama dalam mengatur kadar glukosa darah. Hormon ini bertugas mengatur penyimpanan glukosa dalam bentuk glikogen di hati dan jaringan otot, sehingga menjaga kestabilan kadar gula darah dalam rentang normal (Asmat dkk, 2016). Kurangnya hormon ini dalam tubuh umumnya disebabkan oleh kerusakan sel β pankreas, yang dapat dipicu oleh reaksi autoimun, stres oksidatif, atau faktor genetik. Ketika sel-sel ini rusak dan tidak mampu lagi memproduksi insulin secara memadai, maka terjadi penumpukan glukosa dalam darah, yang menjadi ciri khas utama dari kondisi diabetes melitus (Hardianto, 2021).

Diabetes melitus tidak hanya berdampak pada peningkatan kadar glukosa darah, tetapi juga dapat menimbulkan berbagai komplikasi serius yang memengaruhi kualitas hidup penderita secara signifikan. Komplikasi jangka panjang dari diabetes melitus dapat bersifat mikrovaskular, seperti kerusakan ginjal, kerusakan retina, dan kerusakan saraf perifer, serta komplikasi makrovaskular seperti penyakit jantung koroner, stroke, dan gangguan sirkulasi perifer (Komariah dan Rahayu,

2020). Selain itu, kondisi diabetes melitus juga dikaitkan dengan peningkatan risiko infeksi, gangguan penyembuhan luka, dan bahkan amputasi akibat luka diabetes melitus yang tidak kunjung sembuh (Asmat dkk, 2016). Komplikasi ini tidak hanya berdampak pada aspek fisik, tetapi juga menimbulkan beban psikologis dan sosial yang cukup berat bagi penderita. WHO (2019) juga menegaskan bahwa diabetes melitus merupakan penyebab utama kebutaan, gagal ginjal, serangan jantung, stroke, dan amputasi tungkai bawah di seluruh dunia, yang menjadikannya sebagai salah satu penyakit kronis dengan dampak paling luas terhadap sistem kesehatan masyarakat.

Menurut IDF Diabetes Atlas edisi ke-11 (2025), diabetes melitus tetap menjadi salah satu tantangan kesehatan global terbesar di abad ke-21, dengan jumlah penderita yang terus meningkat secara signifikan setiap tahunnya. Pada tahun 2024, terdapat sekitar 589 juta orang dewasa usia 20–79 tahun yang hidup dengan diabetes melitus, dan angka ini diproyeksikan akan melonjak menjadi 853 juta jiwa pada tahun 2050. *World Health Statistics 2025* juga menyebutkan bahwa angka kematian akibat penyakit tidak menular seperti diabetes melitus sempat menurun sejak awal abad ke-21, tetapi jumlah kematian yang terjadi pada usia produktif justru terus meningkat. Hal ini disebabkan oleh penambahan jumlah penduduk dan semakin banyaknya orang yang berusia lanjut (WHO, 2025). Laporan tersebut juga menunjukkan bahwa diabetes melitus menjadi salah satu penyebab utama turunnya kualitas hidup masyarakat dunia.

Upaya untuk mengetahui dan memantau kondisi kesehatan tubuh, seperti kadar gula darah, menjadi sangat penting agar penyakit dapat dicegah sejak dini. Dalam

pandangan Islam, menjaga kesehatan tubuh adalah bagian dari kewajiban setiap individu sebagai bentuk rasa syukur dan tanggung jawab terhadap amanah yang telah diberikan oleh Allah Swt. Al-Qur'an menegaskan pentingnya menjaga diri dari kebinasaan melalui firman-Nya dalam Q.S. Al-Baqarah ayat 195 yang artinya: "Dan janganlah kamu menjatuhkan dirimu ke dalam kebinasaan, dan berbuat baiklah. Sungguh, Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik." (Kemenag RI, 2019). Ayat ini mengajarkan bahwa mencegah diri dari penyakit, termasuk diabetes melitus, merupakan bagian dari usaha menjaga diri agar tidak terjerumus dalam kerusakan atau penderitaan yang lebih berat. Dengan menjaga kesehatan dan melakukan penanganan penyakit, seseorang tidak hanya merawat tubuhnya, tetapi juga menjalankan perintah agama dan menjaga kebermanfaatannya bagi diri sendiri, keluarga, dan masyarakat.

Penanganan diabetes melitus tidak hanya dilakukan dengan mengobati gejala yang muncul, tetapi juga memerlukan pendekatan menyeluruh yang mencakup pengaturan pola makan, aktivitas fisik, pengelolaan stres, serta pemantauan kadar gula darah secara rutin. Tujuan utama dari penanganan ini adalah untuk menjaga kadar glukosa darah tetap dalam batas normal dan mencegah komplikasi jangka panjang yang dapat membahayakan seperti kerusakan ginjal, mata, saraf, hingga risiko amputasi. Selain itu, pengobatan dengan obat antidiabetes atau insulin juga menjadi bagian dari terapi, tergantung pada kondisi masing-masing pasien. Hal tersebut sesuai studi yang dilakukan oleh Forbes dan Cooper (2013), yang menekankan bahwa pengendalian glukosa darah yang baik secara konsisten dapat menurunkan risiko komplikasi secara signifikan, sedangkan penelitian lain oleh

American Diabetes Association (2022), menekankan pentingnya penyesuaian strategi penanganan berdasarkan kebutuhan medis dan gaya hidup pasien. Walaupun demikian, kunci utama keberhasilan penanganan diabetes melitus terletak pada kesadaran dan disiplin penderita dalam menjalani gaya hidup sehat serta melakukan pemantauan mandiri secara berkala.

Salah satu aspek penting dalam penanganan diabetes melitus adalah pemantauan kadar gula darah secara rutin. Pemantauan ini berperan besar dalam membantu penderita memahami respons tubuhnya terhadap makanan, aktivitas fisik, obat-obatan, dan kondisi stres. Penderita dapat segera melakukan penyesuaian terhadap pola makan atau dosis obat dengan mengetahui perubahan kadar glukosa secara *real-time*, sehingga mencegah terjadinya hiperglikemia atau hipoglikemia. Pemantauan glukosa darah yang teratur terbukti dapat menurunkan angka rawat inap dan memperbaiki kontrol metabolik pada pasien diabetes melitus (Korytkowski dkk, 2022). Oleh karena itu, keberadaan alat pengukur kadar gula darah yang akurat dan mudah digunakan menjadi sangat penting dalam mendukung manajemen diabetes melitus yang efektif (Alifatunnisa, 2024).

Saat ini, alat yang paling umum digunakan untuk memantau kadar gula darah adalah glukometer konvensional. Alat ini berbasis sensor kimia menggunakan enzim glukosa oksidase sebagai komponen aktifnya (Nurindah dan Daulay, 2023). Cara kerjanya dengan mengambil sampel darah dari ujung jari tangan menggunakan jarum kecil, lalu meneteskan darah ke strip tes yang kemudian dibaca oleh alat ukur (Putri dan Firmawati, 2022). Metode ini dinilai memberikan hasil yang cukup akurat dan banyak digunakan baik di fasilitas kesehatan maupun secara

mandiri oleh pasien di rumah. Namun, penggunaan glukometer konvensional memiliki beberapa kekurangan, terutama dari sisi kenyamanan dan kepatuhan pasien. Proses pengambilan darah secara berulang dapat menyebabkan rasa nyeri, luka, hingga trauma psikologis, terutama pada anak-anak atau pasien usia lanjut. Selain itu, kebutuhan akan strip tes yang terus-menerus juga berdampak pada biaya yang harus dikeluarkan oleh pasien. Berbagai kendala ini sering menjadi alasan mengapa sebagian penderita diabetes melitus kurang disiplin dalam melakukan pemantauan kadar gula darah secara rutin (Sulehu dan Senrimang, 2018).

Solusi untuk kendala penggunaan glukometer konvensional yaitu dengan dikembangkannya metode noninvasif (Siswanto dkk, 2023). Metode noninvasif merupakan sebuah pendekatan untuk mengukur kadar gula darah tanpa harus melukai kulit atau mengambil sampel darah. Salah satu pendekatan yang potensial yaitu penggunaan sensor optik MAX30102, yang mampu mendeteksi sinyal fotoplethysmografi (PPG) dari permukaan kulit untuk mengukur kandungan glukosa secara tidak langsung. Sensor ini bekerja dengan memancarkan cahaya merah dan inframerah, lalu membaca pantulan dari jaringan tubuh untuk mendapatkan sinyal biologis. Data dari sensor tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP8266, yang sekaligus berfungsi sebagai modul komunikasi nirkabel. Data kadar glukosa dapat dikirimkan secara *real-time* dengan dukungan konektivitas WiFi ke platform *Internet of Things* (IoT) melalui protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). Sistem ini memungkinkan pengguna atau tenaga medis untuk memantau kadar gula darah dari jarak jauh secara efisien (Alifatunnisa, 2024).

Sensor MAX30102 dipilih dalam pengembangan glukometer noninvasif didasarkan pada beberapa keunggulan teknis yang mendukung kebutuhan sistem pemantauan kadar gula darah berbasis optik. Sensor ini merupakan modul berbasis PPG yang memiliki dua jenis pemancar cahaya, yaitu LED merah dan inframerah, serta fotodiode untuk menangkap pantulan sinyal dari jaringan tubuh. Selain itu, sensor MAX30102 memiliki ukuran yang ringkas, konsumsi daya yang rendah, dan sudah dilengkapi dengan filter optik serta ADC (*analog-to-digital converter*) bawaan, sehingga memudahkan integrasi langsung dengan mikrokontroler. Selain itu, sensor ini juga digunakan di berbagai perangkat penelitian medis untuk pengukuran denyut jantung dan saturasi oksigen, sehingga menjadikannya pilihan yang tepat untuk pengembangan glukometer noninvasif (Savitri, 2020).

Penggunaan ESP8266 sebagai mikrokontroler dalam sistem glukometer noninvasif dipilih karena kemampuannya yang unggul dalam hal pemrosesan data dan konektivitas tanpa kabel. ESP8266 merupakan modul mikrokontroler dengan WiFi yang mendukung protokol komunikasi berbasis TCP/IP, sehingga sangat cocok digunakan untuk sistem berbasis IoT (Megansa dan Muharram, 2024). Modul ini memiliki spesifikasi yang cukup tinggi untuk kelas mikrokontroler *low-cost*, seperti prosesor 32-bit, kecepatan hingga 80–160 MHz, serta dukungan pin ADC yang memudahkan pembacaan sinyal dari sensor seperti MAX30102. Dengan daya konsumsi yang rendah dan ukuran yang ringkas, ESP8266 sangat ideal untuk digunakan dalam pengembangan glukometer noninvasif (Putra dkk, 2018).

Integrasi sistem glukometer noninvasif dengan IoT memberikan nilai tambah yang signifikan dalam hal efisiensi, pemantauan jarak jauh, dan akses data secara

real-time. Dalam sistem ini, protokol MQTT dipilih sebagai solusi komunikasi data karena sifatnya yang ringan, cepat, dan hemat *bandwidth* (Fitria, 2019). MQTT dirancang khusus untuk perangkat IoT yang memiliki keterbatasan daya dan koneksi internet yang tidak selalu stabil, sehingga sangat ideal untuk digunakan dalam sistem monitoring kesehatan yang bersifat portabel. Protokol ini kompatibel dengan berbagai layanan *cloud* publik dan pribadi, sehingga memudahkan pengembangan glukometer noninvasif (Mulyono dkk, 2018).

Glukometer noninvasif berbasis sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266 dan IoT MQTT tidak bisa langsung dibuat begitu saja tanpa melalui proses perancangan yang jelas. Proses perancangan berperan sebagai langkah awal dalam pengembangan sistem, karena di tahapan ini ide awal dituangkan ke dalam bentuk teknis, baik secara desain perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*). Perancangan yang tidak matang dapat menyebabkan alat yang dibuat tidak berfungsi dengan baik, tidak efisien, atau bahkan tidak sesuai dengan tujuan penggunaannya (Bintarti, 2012). Tahapan ini dilakukan terlebih dahulu agar spesifikasi komponen, cara kerja alat, serta kemungkinan risiko teknis yang mungkin muncul dapat ditentukan. Selain itu, tahapan ini juga memungkinkan dilakukannya simulasi untuk meminimalkan kesalahan saat proses pembuatan berlangsung.

Setelah glukometer noninvasif berbasis sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266 dan IoT MQTT selesai dibuat, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian untuk memastikan bahwa alat bekerja sesuai dengan rancangan dan tujuan awalnya (Sanjiwani, 2020). Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi

akurasi dan presisi pada alat. Meskipun perancangan sudah dilakukan secara hati-hati, selalu ada kemungkinan terjadinya kesalahan dalam penyolderan, ketidaksesuaian sinyal, kesalahan pemrograman, atau gangguan komunikasi data yang hanya bisa diketahui melalui proses uji coba langsung (Megansa dan Muharram, 2024). Pengujian dilakukan agar pengembang dapat menemukan kelemahan atau kekurangan sistem dan melakukan perbaikan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperoleh rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan glukometer noninvasif berbasis sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266, dan IoT MQTT?
2. Bagaimana hasil pembuatan glukometer noninvasif menggunakan sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266, dan IoT MQTT?
3. Bagaimana kinerja glukometer noninvasif yang telah dibuat dengan sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266, dan IoT MQTT?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini berdasarkan rumusan masalah di atas adalah sebagai berikut:

1. Merancang glukometer noninvasif berbasis sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266, dan IoT MQTT.
2. Membuat glukometer noninvasif menggunakan sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266, dan IoT MQTT.

3. Menguji akurasi, presisi keterulangan, dan presisi antara dari glukometer noninvasif yang telah dibuat dengan sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266, dan IoT MQTT.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan-batasan dalam penelitian ini di antaranya sebagai berikut:

1. Parameter uji yang digunakan adalah akurasi dan presisi (presisi keterulangan dan presisi antara).
2. Sensor yang digunakan adalah modul sensor MAX30102
3. *Board* mikrokontroler ESP8266 yang digunakan adalah Node MCU v3.
4. Versi MQTT yang digunakan adalah MQTT V3.1.1.
5. Aplikasi MQTT (IoT MQTT Panel) digunakan sebagai *interface* untuk menampilkan angka digital.
6. Objek pengukuran merupakan jari kelingking subjek uji.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini apabila sistem glukometer noninvasif berbasis sensor MAX30102, ESP8266, dan IoT MQTT berhasil dibuat serta memiliki karakter akurasi dan presisi yang baik adalah sebagai berikut:

1. Diperoleh glukometer noninvasif dengan pendekatan *open source* dan biaya rendah.
2. Dapat menjadi referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya di bidang sistem pemantauan kesehatan yang bersifat noninvasif.
3. Menambah khazanah dunia IoT secara *real-time*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian tentang rancang bangun glukometer noninvasif menggunakan sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266, berbasis IoT MQTT telah berhasil dilakukan. Kesimpulan penelitian ini dijabarkan berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan sebagai berikut.

- 1) Glukometer noninvasif berbasis sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266, dan IoT MQTT telah berhasil dirancang. Rancangan mencakup skema rangkaian, *casing* dua kabin untuk meminimalkan *noise* optik, dan subsistem perangkat lunak berupa *flowchart* sistem mulai dari akuisisi sinyal PPG, konversi ke estimasi kadar glukosa, hingga pengiriman data secara *real-time* melalui protokol MQTT.
- 2) Glukometer noninvasif berbasis sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266, dan IoT MQTT telah berhasil dibuat. Perangkat keras diwujudkan dalam bentuk sistem akuisisi data berupa rangkaian modul MAX30102 yang terhubung dengan ESP8266 menggunakan komunikasi I2C, kemudian ditempatkan di dalam *casing* 3D hasil cetak dan perangkat lunak berhasil ditanamkan ke mikrokontroler, memungkinkan alat membaca intensitas cahaya inframerah dari jaringan kapiler jari tangan, mengonversinya menjadi estimasi kadar glukosa, dan mempublikasikan data setiap satu detik melalui broker MQTT ke *dashboard* di *smartphone*.

- 3) Glukometer noninvasif yang telah dibuat menunjukkan kinerja yang baik berdasarkan tiga parameter pengujian. Nilai akurasi rata-rata sebesar 98,21% memenuhi standar ISO 15197:2013 yang diadopsi PERKENI. Nilai presisi keterulangan rata-rata sebesar 99,04% dan 98,92% untuk masing-masing operator, serta presisi antara rata-rata sebesar 98,71%, keduanya menunjukkan konsistensi pengukuran yang sangat baik dan tidak bergantung secara signifikan pada perbedaan operator.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut sebagai berikut.

- 1) Perlu ditambahkan mekanisme fiksasi posisi jari tangan yang terstandar pada *casing* alat guna meminimalkan variasi tekanan dan sudut penempatan jari tangan antar pengguna, sehingga nilai presisi keterulangan dan presisi antara dapat lebih ditingkatkan.
- 2) Perlu dipertimbangkan penggantian atau kombinasi model regresi dengan pendekatan *machine learning* untuk meningkatkan kemampuan prediksi alat dalam mengakomodasi variasi fisiologis antar subjek, seperti perbedaan ketebalan jaringan, pigmentasi kulit, dan kondisi kapiler pada jari tangan subjek uji.
- 3) Pengujian perlu dilakukan dengan jumlah subjek yang lebih besar dan beragam untuk memperoleh data yang lebih representatif dan hasil validasi yang lebih baik.

- 4) Perlu dipertimbangkan penggunaan mikrokontroler ESP32 untuk menggantikan ESP8266 guna meningkatkan kemampuan pemrosesan data dan mendukung pengembangan algoritma yang lebih kompleks pada penelitian selanjutnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Alifatunnisa, H. (2024). *Prototipe Alat Pengukur Kadar Gula Darah Non-Invasive Berbasis IOT (Thingspeak)*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim.
- American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2024). Standards of Care in Diabetes-2024. *Diabetes Care*, 47(1), 1–321.
- Aminoto, T. (2024). Identifikasi Sifat Selektif Jaringan Biologi pada Spektrum Near-Infrared dengan Cara Menggunakan Hukum Beer-Lambert. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, dan Teknik Elektronika*, 12(1), 23.
- Apridho, Gusa, R. F., Arkan, F. (2021). Alat Ukur Kadar Glukosa Darah Non-invasive Terhubung Aplikasi Android. *Jurnal Simetris*, 12(1), 57–70.
- Asmat, U., Abad, K., dan Ismail, K. (2016). Diabetes mellitus and oxidative stress—A concise review. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 24(5), 547–553. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2015.03.013>
- Cahyadi, A., Mufidah, W., Susilowati, T., Susanti, H., dan Dwi Anggraini, W. (2022). Menjaga Kesehatan Fisik Dan Mental Lanjut Usia Melalui Program Posyandu Lansia. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Darul Ulum*, 1(1), 52–60. <https://doi.org/10.32492/dimas.v1i1.568>
- Fajri, N., Cahya, E. P., Riandi, dan Sriyati, S. (2024). Validasi Metode Analisis Konsentrasi Larutan Kopi Berdasarkan Spektroskopi Absorpsi Cahaya. *JIPFRI - Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah*. 8(1), 51-59. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v8i1.2101>
- Farid, M. N., Nugraha, M. A., dan Aprillia, H. (2025). Rancang Bangun Sistem Monitoring Gula Darah Non-Invasif Berbasis Near Infrared Sensor. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 13(1).
- Fine, J., Branan, K. L., Rodriguez, A. J., Boonya-ananta, T., Ajmal, Ramella-Roman, J. C., McShane, M. J., dan Coté, G. L. (2021). Sources of Inaccuracy in Photoplethysmography for Continuous Cardiovascular Monitoring. *Biosensors*, 11(4), 126. <https://doi.org/10.3390/bios11040126>
- Fitria, E., Gautama, A., dan Abdurohman, M. (2019). Analisis Perbandingan Performansi MQTT dan HTTP pada Platform IoT Node-Red. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 8559–8569. https://core.ac.uk/display/299931994?utm_source=pdfdanutm_medium=bannerdanutm_campaign=pdf-decoration-v1. Di akses pada tanggal 13 November 2025, pukul 19.53.

- Fraden, J. (2016). *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*. Springer.
- Goodstein, L.D., Nolan, T.M., dan Pfeiffer, J.W. (1993). *Applied Strategic Planning: How to Develop a Plan That Really Works*. McGraw-Hill.
- Gupta, A., Sharma, M., dan Sharma, J. (2015). A Role of Insulin in different types of Diabetes. *International Journal Current Microbiology and Applied Science*, 4(1), 58–77.
- Hanyu, K., Tamura, K., dan Mori, H. (2014). Changes in Heart Rate Variability and Effects on POMS by Whether or Not Soil Observation Was Performed. *Open Journal of Soil Science*, 4, 36–41.
- Hardianto, D. (2021). Telaah Komprehensif Diabetes Melitus: Klasifikasi, Gejala, Diagnosis, Pencegahan, dan Pengobatan. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 7(2), 304–317.
- Haris, A., Atmajaya, D., dan Alwi, E. I. (2021). Rancangan Bangun Alat Pendeteksi Gula Darah Berbasis Microcontroller. *Buletin Sistem Informasi Dan Teknologi Islam*, 2(1), 21–26. <https://doi.org/10.33096/busiti.v2i1.719>
- Hayati, M., Hamzah Z., dan Wanodyo A. T. (2020). *Hubungan Kadar Insulin Pankreas dan Kadar Glukosa Darah pada Model Tikus Wistar Jantan setelah Diinduksi Bisphenol-A*. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Hina, A. dan Saadeh W. (2022). Noninvasive Blood Glucose Monitoring System Using Near-Infrared Technology - A Review. *Sensors*, 22, 4855. <https://doi.org/10.3390/s22134855>
- Hindayani, A., dan Hamim, N. (2022). Akurasi dan Presisi Metode Sekunder Pengukuran Konduktivitas Menggunakan Sel Jones Tipe E untuk Pemantauan Kualitas Air Minum. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 5(1), 41–51. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol5.iss1.art5>
- Kementerian Agama Republik Indonesia. (2019). *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Kemenag RI.
- Komariah, K., dan Rahayu, S. (2020). Hubungan usia, jenis kelamin dan indeks massa tubuh dengan kadar gula darah puasa pada pasien diabetes melitus tipe 2 di Klinik Pratama Jalan Proklamasi, Depok, Jawa Barat. *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*, 11(1), 41–50.
- Korytkowski, M. T., Muniyappa, R., Antinori-Lent, K., Donihi, A. C., Drincic, A. T., Hirsch, I. B., Luger, A., McDonnell, M. E., Murad, M. H., Nielsen, C., Pegg, C., Rushakoff, R. J., Santesso, N., dan Umpierrez, G. E. (2022). Management of Hyperglycemia in Hospitalized Adult Patients in Non-Critical Care Settings: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *The*

- Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 107(8), 2101–2128.
<https://doi.org/10.1210/clinem/dgac278>
- Li, T., Wang, Q., An, Y., Guo, L., Ren, L., Lei, L., dan Chen, X. (2025). Infrared absorption spectroscopy-based non-invasive blood glucose monitoring technology: A comprehensive review. *Elsevier*, 106, 107750.
<https://doi.org/10.1016/j.bspc.2025.107750>
- Masruroh, E. (2018). Hubungan Umur dan Status Gizi dengan Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Melitus Tipe II. *Jurnal Informasi Kesehatan Indonesia (JIKI)*, 3(1), 57–64.
- Megansa, K. S., dan Muharram, M. A. (2024). *Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Apron Flood Light Berbasis Website Dengan Power Line Carrier Communication (PLCC) KQ 330 sebagai Media Pembelajaran di Politeknik Penerbangan Jayapura Apron Flood Light Berbasis Website Dengan Power Line Carrier C*. Program Diploma 3 Politeknik Penerbangan Jayapura.
- Morris, A. S. dan Langari, R. (2012). *Measurement and Instrumentation: Theory and Application*. Elsevier.
- Mulyono, S., Qomaruddin, M., dan Anwar, M. S. (2018). Penggunaan Node-RED pada Sistem Monitoring dan Kontrol Green House Berbasis Protokol MQTT. *Jurnal Transistor Elektro Dan Informatika (TRANSISTOR EI)*, 3(1), 31–44.
- Muthmainnah, Tabriawan, D. B. (2022). Prototipe Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis Internet of Things (IoT) ESP8266 dan Blynk. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 7(3), 163–176.
- Naresh, M., Nagaraju, V. S., Kollem, S., Kumar, J., dan Peddakrishna, S. (2024). Non-invasive glucose prediction and classification using NIR technology with machine learning. *Heliyon*, 10(7), e28720.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28720>
- Nurindah, S., dan Daulay, A. H. (2023). Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah Non-Invasive Berbasis Arduino Nano. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(3), 161–168. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.3.161-168>
- Ogunsanya, A. O., dan Daramola, D. O. (2022). Design and Development of a Non-invasive Glucometer System. *West Indian Journal of Engineering*, 44(2), 70–79. <https://doi.org/10.47412/icpw8648>
- Park, J., Seok, H. S., Kim, S., dan Shin, H. (2022). Photoplethysmogram Analysis and Applications: An Integrative Review. *Frontiers in Physiology*, 12, 808451. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.808451>

- Perkumpulan Endikrinologi Indonesia. (2024). *Buku Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2024*. PB PERKENI.
- Putra, A. W. P., Bhawiyuga, A., dan Data, M. (2018). Implementasi Autentikasi JSON Web Token (JWT) Sebagai Mekanisme Autentikasi Protokol MQTT Pada Perangkat NodeMCU. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(2), 584–593. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Putri, S. Y., dan Firmawati, N. (2022). Rancang Bangun Pengukur Kadar Gula Darah Non-Invasive Berbasis NodeMCU ESP8266. *Jurnal Fisika Unand*, 11(2), 271–277. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.2.271-277.2022>
- Rosares, E.V. dan Boy, E. (2025). Pemeriksaan Kadar Gula Darah untuk Screening Hiperglikemia dan Hipoglikemia. *Jurnal Implementa Husada*, 3(2), 65–71.
- Sanjiwani, K. F., Kompiang, A. A., Sudana, O., Putu, I., dan Dharmaadi, A. (2020). Pengembangan UI dan UX SIMRS Pada Bagian Front Office. *JITTER-Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer*, 1(2), 12.
- Savitri, D. E. (2020). *Gelang Pengukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Internet of Things (IoT)*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Setianto, A., Maria, L., dan Firdaus A. D. (2023). Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Gula Darah Penderita Diabetes Mellitus Usia Dewasa dan Lansia. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Media Husada*. 12(2), 98–106.
- Siswanto, D., Puji Astutik, R., dan Perdana Surya, P. (2023). Alat Pengukur Kadar Gula Darah Berbasis Iot Web Dengan Teknik No-Invasive. *Blantika: Multidisciplinary Journal*, 1(1), 76–95. <https://doi.org/10.57096/blantika.v1i1.21>
- Suhita, B. M., Fitrianingrum, C. L., Setiawan A. (2021). Pengaruh Aktivitas Fisik dalam Menurunkan Kadar Gula Darah pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2: Literature Review. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 10(1), 98–105.
- Sulehu, M., dan 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. <https://doi.org/10.35585/inspir.v8i2.2454>
- Tang, L., Chang, S. J., Chen, C. J., dan Liu, J. T. (2020). Non-invasive blood glucose monitoring technology: A review. *Sensors (Switzerland)*, 20(23), 1–32. <https://doi.org/10.3390/s20236925>
- Tunjung, Ellies S.M. (2017) Perbedaan Hasil Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah 2 Jam PP Dengan Menggunakan Glukometer dan Analyzer Pada Penderita

Diabetes Melitus. *The Journal Of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 1 (1). pp. 16-22. ISSN 2597-3681

Webster, J. G. (1997). *Design of Pulse Oximeters*. CRC Press.

WHO. (2025). *World Health Statistics 2025*. Geneva, Switzerland.

Yadav, J., Rani, A., Singh, V., dan Murari, B. M. (2015). *Prospects and limitations of non-invasive blood glucose monitoring using near-infrared spectroscopy*. Biomedical Signal Processing and Control.

Yudono, B. (2017). *Spektrometri*. Simetri.

Zaki, I. Y., dan Anifah, L. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Detak Jantung, Suhu Tubuh, dan Cairan Infus Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(2), 14–22. <https://doi.org/10.26740/jte.v12n2.p14-22>