

# **Perancangan Purwarupa Monitoring Kadar Glukosa Darah Berbasis Mikrokontroler Terintegrasi Telemetry**

**Skripsi**

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Sains**



*Memcerdaskan dan  
Memartabatkan Bangsa*

**Yolanda Natasya Mega Stella  
1306618036**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
2022**

## ABSTRAK

**YOLANDA NATASYA MEGA STELLA.** Perancangan Purwarupa Monitoring Kadar Glukosa Darah Berbasis Mikrokontroler Terintegrasi Telemetri. Skripsi, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. 2022.

Indonesia menempati peringkat ke tujuh jumlah penderita diabetes terbanyak di dunia dengan jumlah penderita sebanyak 19,47 juta jiwa. Penyakit ini menjadi penyebab utama kematian, kebutaan, penyakit jantung, dan gagal ginjal, serta komorbiditas yang penting untuk diamati pada pasien Covid-19. Penderita diabetes diminta untuk selalu memonitor kadar glukosa darahnya. Proses pengukurannya masih dilakukan secara invasif menggunakan *lancet* dan kertas uji biokimia. Pengukuran ini memiliki beberapa kekurangan diantaranya memerlukan banyak biaya, menyakitkan, juga berisiko tinggi memar dan infeksi, oleh karena itu perlu dikembangkan metode pengukuran lain yang non-invasif. Penelitian terkait alat ukur glukosa darah non-invasif mulai dikembangkan untuk mengurangi kekurangan pengukuran invasif, serta pengendalian tingkat morbiditas dan mortalitas penderita diabetes, salah satunya berbasis optik menggunakan spektroskopi infra merah. Selain monitoring yang rutin, sebagai upaya pengendaliannya, penderita diabetes diminta untuk meningkatkan aktivitas fisik, salah satunya dengan berjalan secara rutin. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan purwarupa alat ukur glukosa darah non-invasif dan penghitung jumlah langkah kaki. Purwarupa dikembangkan menggunakan sensor infra merah untuk mengukur kadar glukosa darah dan sensor akselerometer untuk *step counter* yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino UNO dan ESP32. Selanjutnya hasil pengukuran dapat ditampilkan pada aplikasi *smartphone* serta dapat mengirimkan laporan *monitoring* mingguan melalui surel. Hasil uji coba purwarupa menghasilkan nilai akurasi 98.24% untuk pengujian alat ukur glukosa darah dan 98.4% untuk pengujian *step counter*. Aplikasi yang dibangun menggunakan Blynk berhasil menampilkan hasil pengukuran dan mengirimkan laporan pengukuran melalui surel.

**Kata kunci:** diabetes, Arduino UNO, ESP32, sensor infra merah, sensor akselerometer.

## ABSTRACT

**YOLANDA NATASYA MEGA STELLA.** *Design of a Prototype for Blood Glucose Levels Monitoring Based on a Microcontroller and Telemetry.* Undergraduate Thesis, Physics Department, Faculty of Mathematics and Natural Science, Universitas Negeri Jakarta. 2022.





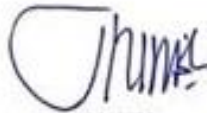


Indonesia ranks seventh with the largest number of people with diabetes in the world with 19.47 million people. This disease is a leading cause of death, blindness, heart disease, and kidney failure, as well as important comorbidity to observe in Covid-19 patients. Diabetics need to monitor their blood glucose levels. The measurement process is still using an invasive method by a lancet and biochemical test paper. This measurement has several disadvantages; being expensive, painful, and has a high risk of bruising and infection, therefore it is necessary to develop other non-invasive measurement methods. Research on non-invasive blood glucose measuring devices has begun to be developed to reduce the lack of invasive measurements, as well as control the morbidity and mortality rates of diabetics, one of which is optical based using infrared spectroscopy. Then, to control it, diabetics patients are asked to increase physical activity, one of which is walking. Therefore, this study's purpose is to design a non-invasive blood glucose measuring device and step counter. The prototype is using an infrared sensor to measure blood glucose levels and an accelerometer sensor to count steps. The device is controlled using a microcontroller Arduino UNO and ESP32. Furthermore, the measurement results can be displayed on a smartphone application and sent weekly monitoring reports via email. This research was conducted using development and experimental methods. The result obtained from this study is an accuracy value of 98.24% for testing blood glucose measuring devices and 98.4% for testing step counters. The Blynk application successfully displays measurement results and sends measurement reports via email.

**Keywords:** diabetes, Arduino UNO, ESP32, infrared sensor, accelerometer sensor.

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### Perancangan Purwarupa Monitoring Kadar Glukosa Darah Berbasis Mikrokontroler Terintegrasi Telemetri

Nama : Yolanda Natasya Mega Stella  
No. Registrasi : 1306618036

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab Dekan	: Prof. Dr. Muktiningsih, N., M.Si NIP. 19640511 198903 2 001		01/09/22
Wakil Penanggung Jawab Wakil Dekan I	: Dr. Esmar Budi, M.T. NIP. 19720728 199903 1 002		01/09/22
Ketua	: Dr. Hadi Nasbey, S.Pd, M.Si NIP. 19790916 200501 1 001		25/8/22
Sekretaris	: Haris Suhendar, M.Sc. NIP. 19940428 202203 1 006		25/8/22
Anggota Pembimbing I	: Dr. Umiatin, M.Si NIP. 19790104 200604 2 001		29/8/22
Pembimbing II	: Dr. Widyaningrum Indrasari NIP. 197705102006042001		29/8/22
Penguji Ahli	: Riser Fahdiran, M.Si. NIP. 19830717 200912 1 008		25/8/22

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal: 19 Agustus 2022

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“Perancangan Purwarupa Monitoring Kadar Glukosa Darah Berbasis Mikrokontroler Terintegrasi Telemetri”** yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan yang disebutkan dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Jika dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, Juli 2022



Yolanda Natasya Mega Stella



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : YOLANDA NATASYA MEGA STELLA  
NIM : 1306618036  
Fakultas/Prodi : MIPA / FISIKA  
Alamat email : natalyastellaa@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi     Tesis     Disertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Perancangan Rurwarupa Monitoring Kadar Glukosa Darah Berbasis Mikrokontroler  
Terintegrasi Telemetri

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta

Penulis

( Yolanda Natasya M S )  
nama dan tanda tangan

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan YME atas berkat-Nya yang tak berkesudahan mengantarkan penulis sampai ke tahap ini dan menyelesaikan karya ilmiah dengan judul “**Rancang Bangun Purwarupa Monitoring Kadar Glukosa Darah Berbasis Mikrokontroler Terintegrasi Telemetri**” sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains. Melalui ini penulis sepenuhnya mengucapkan hormat dan terima kasih kepada:

1. Dr. Umiatin, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing Akademik.
2. Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si selaku Dosen Pembimbing II dan Koordinator Program Studi Fisika FMIPA UNJ.
3. Bapak dan ibu dosen, serta seluruh staff Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta.
4. Papa Edy dan Mama Vina atas dukungan, cinta, dan doanya yang tanpa batas, serta menjadi tempat mengadu dan bertukar pikiran, serta Abang Josh yang begitu royal dalam men-*support* adiknya.
5. Tsara, Sabila, Nabilah, Tasya, Adimas, dan Diaz yang telah menjadi *support system* selama melewati masa perkuliahan.
6. Michelle, Tamara, Chrislie, Heidi, dan Jeane yang selalu menyemangati.
7. Tim GOSTing+ dan Skripsi Medis.
8. Teman-teman Program Studi Fisika 2018
9. Semua pihak yang telah membantu namun tidak bisa disebutkan satu persatu.
10. *My past self*, terima kasih sudah bertahan

Penulis menyadari bahwa penyusunan dan penulisan ini belum sempurna. Namun, kiranya mampu menjadi manfaat bagi semua.

Jakarta, Juli 2022

Yolanda Natasya Mega Stella

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB I .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	6
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Manfaat Penelitian .....	6
BAB II .....	7
A. Glukosa Darah dan Kaitannya dengan Diabetes .....	7
B. Metode Pengukuran Glukosa Darah .....	8
C. Metode Optik untuk Pengukuran Glukosa Darah .....	10
D. Sensor Infra Merah (Sensor IR) .....	14
E. <i>Step Counter</i> (Penghitung Langkah) .....	17
F. Sistem Pemantauan berbasis Telemetry .....	19
G. Papan Mikrokontroler .....	20
1. Arduino UNO .....	20
2. ESP32 .....	21
H. Modul WiFi-ESP8266 .....	21
I. <i>Software</i> Pendukung Pembuatan Sistem .....	22
1. Arduino IDE .....	22
2. Blynk .....	23
3. ESP8266-Flasher .....	24
J. Kerangka Berpikir .....	24



BAB III .....	26
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	26
B. Metode Penelitian.....	27
1. Alat dan Bahan.....	27
2. Prosedur Penelitian .....	28
C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data .....	30
1. Data yang diambil dan dianalisis .....	30
2. Teknik Analisis .....	30
3. Blok Diagram Sistem.....	30
4. Diagram Alir Program .....	32
5. Skema Purwarupa .....	33
6. Desain Aplikasi Blynk .....	35
BAB IV .....	36
A. Karakterisasi.....	36
1. Karakterisasi Sensor Infra Merah.....	36
2. Karakterisasi Sensor Akselerometer .....	40
B. Pengujian Purwarupa .....	41
1. Pengujian Alat Ukur Glukosa Darah .....	41
2. Pengujian <i>step counter</i> .....	45
C. Integrasi Purwarupa dan Koneksi Internet.....	46
1. Integrasi Purwarupa Alat Ukur Glukosa Darah dan Koneksi Internet	46
2. Integrasi <i>Step Counter</i> dan Koneksi Internet.....	47
D. Pengujian Aplikasi .....	48
BAB V.....	50
A. Kesimpulan .....	50
B. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	51
LAMPIRAN.....	55
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	63

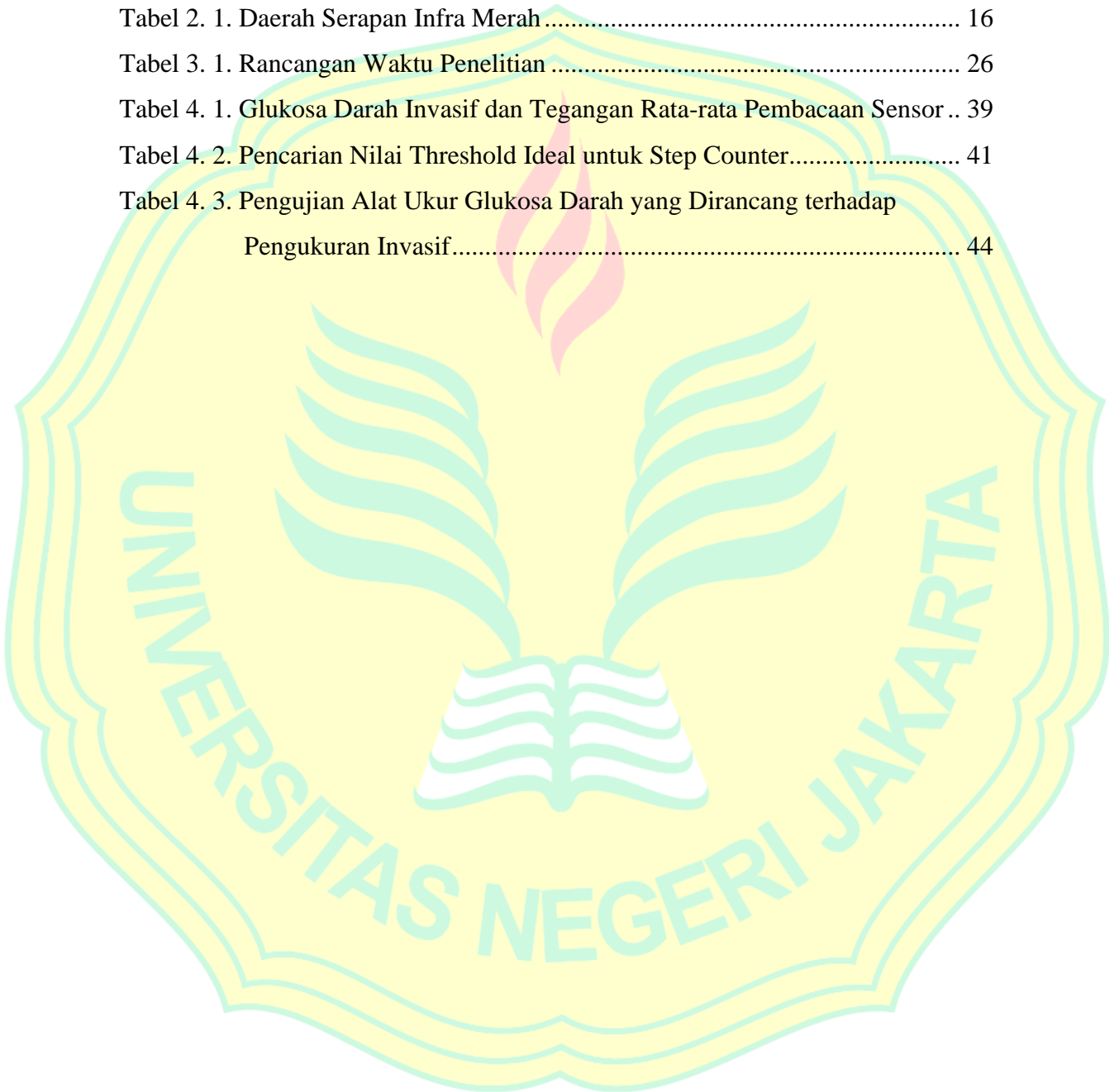
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Gugus fungsi glukosa.....	7
Gambar 2. 2. Cara kerja insulin .....	7
Gambar 2. 3. Level glukosa darah .....	9
Gambar 2. 4. Pengukuran glukosa darah metode invasif.....	9
Gambar 2. 5. Pengaruh glukosa pada jalur cahaya .....	10
Gambar 2. 6. Karakteristik serapan NIR.....	11
Gambar 2. 7. Cara kerja sensor infra merah.....	15
Gambar 2. 8. Spektrum glukosa pada daerah NIR.....	16
Gambar 2. 9. Penjelasan ketiga sumbu .....	18
Gambar 2. 10. Pemantauan berbasis telemetri.....	19
Gambar 2. 11. Arduino UNO.....	20
Gambar 2. 12. ESP32 Devkit-V1 .....	21
Gambar 2. 13. Modul WiFi-ESP8266.....	22
Gambar 2. 14. Tampilan muka Arduino IDE.....	22
Gambar 2. 15. Alur komunikasi Blynk .....	23
Gambar 2. 16. Tampilan ESP8266-Flasher.....	24
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian .....	28
Gambar 3. 2. Blok diagram sistem.....	30
Gambar 3. 3. Diagram Alir Program.....	32
Gambar 3. 4. Skema Alat Ukur Glukosa; (a) Tampak depan; (b) Tampak belakang; (c) Tampak atas .....	33
Gambar 3. 5. Posisi Jari terhadap Sensor .....	34
Gambar 3. 6. Skema step counter; (a) Tampak depan; (b) Tampak belakang; (c) Tampak atas .....	34
Gambar 3. 7. (a) Desain tampilan utama aplikasi, (b) Desain tampilan pengukuran glukosa darah, (c) Desain tampilan step counter. ....	35
Gambar 4. 1. Grafik Hubungan Tegangan Sensor Infra Merah terhadap Konsentrasi Glucose Solution.....	37

Gambar 4. 2. Karakterisasi In Vivo: (a) Pengambilan data menggunakan Glucometer Sinocare Safe-Accu; (b) Pengambilan data tegangan..	38
Gambar 4. 3. Grafik Hubungan Tegangan Keluaran Sensor Infra Merah Terhadap Konsentrasi Glukosa Darah Invasif .....	40
Gambar 4. 4. Pengujian Alat Ukur Glukosa Darah: (a) Bagian-bagian Purwarupa Alat; (b) Proses Pengambilan Data Menggunakan Purwarupa Alat.	43
Gambar 4. 5. Pengujian Step Counter: (a) Purwarupa Alat; (b) Bentuk Saat Digunakan .....	45
Gambar 4. 6. Pengujian step counter .....	46
Gambar 4. 7. Purwarupa Terkoneksi Internet: (a) Purwarupa User Interface Alat Ukur Glukosa Darah; (b) Step Counter .....	47
Gambar 4. 8. Tampilan User Interface Aplikasi: (a) Halaman Utama; (b) Halaman Glucosemeter; (c) Halaman Step Counter; (d) Halaman Report .....	49
Gambar 4. 9. Tampilan surel yang dikirimkan .....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Daerah Serapan Infra Merah .....	16
Tabel 3. 1. Rancangan Waktu Penelitian .....	26
Tabel 4. 1. Glukosa Darah Invasif dan Tegangan Rata-rata Pembacaan Sensor ..	39
Tabel 4. 2. Pencarian Nilai Threshold Ideal untuk Step Counter.....	41
Tabel 4. 3. Pengujian Alat Ukur Glukosa Darah yang Dirancang terhadap Pengukuran Invasif.....	44



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	55
Lampiran 2. Profil Probandus .....	57
Lampiran 3. Data Pengujian Glukosa Darah Invasif terhadap Tegangan .....	58
Lampiran 4. Source Code Program.....	59

