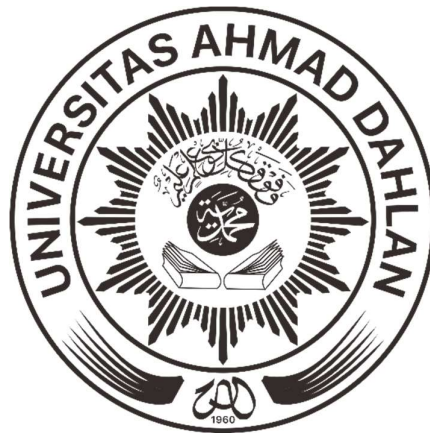


**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR
GLUKOSA DARAH *NON-INVASIVE* DENGAN
PENERAPAN *INTERNET OF THINGS*
BERBASIS *WEBSITE***

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai
derajat Sarjana Teknik**



Oleh:

Sigit Suryo Saputro

2000022012

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR GLUKOSA DARAH *NON-
INVASIVE* DENGAN PENERAPAN *INTERNET OF THINGS* BERBASIS
*WEBSITE***

yang diajukan oleh

Sigit Suryo Saputro

2000022012

kepada

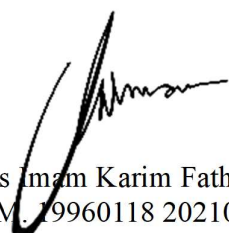
Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Ahmad Dahlan

telah disetujui untuk diuji oleh:

Pembimbing


Haris Imam Karim Fathurrahman, S.Pd., M.Sc.
NIPM. 19960118 202109 111 1415150

tanggal 28 Maret 2024

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR GLUKOSA
DARAH *NON-INVASIVE* DENGAN PENERAPAN *INTERNET
OF THINGS* BERBASIS *WEBSITE*

yang dipersiapkan dan disusun oleh

Sigit Suryo Saputro

2000022012

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

pada tanggal 24 April 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Dewan Penguji

Ketua : Haris Imam Karim Fathurrahman, S.Pd., M.Sc.

Penguji : 1. Dr. Ir. Ricky Dwi Puriyanto, S.T., M.Eng.

2. Ir. Phisca Aditya Rosyady, S.Si., M.Sc.

Dekan

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Ahmad Dahlan



Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T.

NIPM: 19660812 199601 011 0784324

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sigit Suryo Saputro
NIM : 2000022012
Email : sigit2000022012@webmail.uad.ac.id
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Judul tugas akhir : Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Glukosa Darah *Non-Invasive*
dengan Penerapan *Internet of Things* Berbasis *Website*

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Ahmad Dahlan maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian/implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain. Kecuali arahan pembimbing akademik, pembimbing tugas akhir, dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain. Kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 28 Maret 2024



Sigit Suryo Saputro

PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sigit Suryo Saputro
NIM : 2000022012
Email : sigit2000022012@webmail.uad.ac.id
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Judul tugas akhir : Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Glukosa Darah *Non-Invasive*
dengan Penerapan *Internet of Things* Berbasis *Website*

Dengan ini saya menyatakan “hak” sepenuhnya kepada Pusat Sumber Belajar Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengolahan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut (beri tanda pada kotak):

Saya mengizinkan karya tersebut di unggah ke dalam aplikasi *Repository* Pusat Sumber Belajar Universitas Ahmad Dahlan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

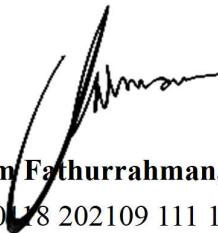
Yogyakarta, 28 Maret 2024



Sigit Suryo Saputro

Mengetahui

Dosen Pembimbing



Haris Imam Karim Fathurrahman, S.Pd., M.Sc.

NIPM. 19960128 202109 111 1415150

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sigit Suryo Saputro
NIM : 2000022012
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi/tugas akhir yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya aku sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi/tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Yogyakarta, 28 Maret 2024

Yang membuat pernyataan,



Sigit Suryo Saputro

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis masih diberikan kesempatan untuk dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana. Skripsi ini memang masih jauh dari kata sempurna, tetapi penulis bangga karena bisa sampai pada titik ini hingga akhirnya skripsi ini bisa selesai di waktu yang tepat. Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu memanjatkan doa dan memberikan semangat, cinta, dan kasih sayang demi keberhasilan dan masa depan penulis.
2. Adik laki-laki penulis yang telah memberikan dukungan dan semangat tanpa henti untuk keberhasilan penulis.
3. Dosen Pembimbing Tugas Akhir Bapak Haris Imam Karim Fathurrahman, S.Pd., M.Sc. yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama proses pengerjaan skripsi.
4. Dosen Pembimbing Akademik Bapak Ahmad Raditya Cahya Baswara, S.T., M.Eng. yang telah mengarahkan dan mengingatkan penulis dalam melalui proses perkuliahan dengan baik.
5. Almamater yang penulis banggakan Universitas Ahmad Dahlan, khususnya Fakultas Teknologi Industri dan Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk dapat menimba ilmu.

MOTTO

"Dan berencanalah kalian, Allah membuat rencana.
Dan Allah sebaik-baik perencana"

(QS. Ali Imran: 54)

"Maka, nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?"

(QS. Ar-Rahman: 13)

"Tugasmu hanya memperbaiki diri.
Semakin kamu baik, semakin Allah hadirkan hal-hal baik
dalam hidupmu, percayalah"

(Ustadz Dr. Adi Hidayat, Lc., M.A.)

*"Allah will never give you tests, give you fear, give
you sadness, give you anxieties that you can't handle"*

(Ustadzah Dunia Shuaib)

"Hidup yang tidak dipertaruhkan,
tidak akan pernah dimenangkan"

(Sutan Sjahrir)

"Tidak peduli seberapa kuat dirimu nanti, jangan pernah
memikul semua beban sendirian"

(Uchiha Itachi)

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR GLUKOSA DARAH *NON-INVASIVE* DENGAN PENERAPAN *INTERNET OF THINGS* BERBASIS *WEBSITE*” dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya.

Penyusunan dan penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro di Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Dalam proses penyusunan hingga terselesaikannya skripsi ini, penulis sangat terbantu oleh banyaknya pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan serta kelancaran kepada penulis dalam proses penyusunan dan penulisan skripsi ini.
2. Kedua orang tua penulis yang selalu memanjatkan doa dan memberikan dukungan baik moral maupun material kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. H. Muchlas, M.T. selaku Rektor Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan.
5. Bapak Dr. Ir. Ricky Dwi Puriyanto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan.

6. Bapak Ahmad Raditya Cahya Baswara, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing akademik.
7. Bapak Haris Imam Karim Fathurrahman, S.Pd., M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang dengan sabar memberi arahan dan membimbing penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Ibu Farhah Kamilah, S.Kep., Ns., M.Kep. selaku praktisi kesehatan yang telah membantu penulis dalam melakukan tindakan medis selama penelitian berlangsung.
9. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dan keterbatasan pada skripsi ini, karenanya kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan khususnya pada bidang biomedis dan kesehatan serta bagi pembaca secara umum. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan keberkahan atas semua usaha yang telah kita lakukan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 28 Maret 2024



Sigit Suryo Saputro

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Rumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Kajian Hasil Penelitian Terdahulu	8
2.2 Dasar Teori.....	26
2.2.1 Glukosa Darah	26
2.2.2 Pengukuran Kadar Glukosa	27
2.2.3 Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah	28
2.2.4 <i>Photoplethysmography</i>	30
2.2.5 <i>ESP32 Development Board</i>	30
2.2.6 Sensor Intensitas Cahaya OPT101.....	32

2.2.7	<i>LED (Light Emitting Diode)</i>	33
2.2.8	LCD OLED	33
2.2.9	Adaptor	34
2.2.10	<i>Internet of Things</i>	35
2.2.11	<i>Website</i>	36
2.2.12	Arduino IDE	36
2.2.13	ADC (<i>Analog to Digital Converter</i>)	37
2.2.14	PHP (<i>Hypertext Preprocessor</i>)	37
2.2.15	MySQL	38
2.2.16	PHPMyAdmin	38
2.2.17	XAMPP	39
2.2.18	Hukum Lambert-Beer	40
2.2.19	<i>Kalman Filter</i>	40
2.2.20	Regresi Linier Sederhana	42
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	44
3.1	Bahan Penelitian	44
3.2	Alat Penelitian	45
3.3	Perancangan Sistem	46
3.4	Pengujian Sistem	50
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1	Pengujian Sensor Intensitas Cahaya OPT101	52
4.2	Pengujian <i>LED</i>	53
4.3	Pengujian LCD OLED	54
4.4	Pengujian Algoritma <i>Kalman Filter</i>	55
4.5	Pengujian <i>Website Localhost</i>	59
4.6	Pengujian Kalibrasi Alat Ukur	61
4.7	Pengujian Akurasi Alat Ukur	72
BAB 5	PENUTUP	83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran	84
	DAFTAR PUSTAKA	85
	LAMPIRAN	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Ilustrasi pemasangan sensor pada metode <i>photoplethysmography</i> .	30
Gambar 2. 2. ESP32 <i>Development Board</i>	31
Gambar 2. 3. Sensor Intensitas Cahaya OPT101	32
Gambar 2. 4. <i>Light Emitting Diode</i>	33
Gambar 2. 5. LCD OLED	34
Gambar 2. 6. Adaptor	35
Gambar 2. 7. Antarmuka Arduino IDE	36
Gambar 2. 8. Proses konversi sinyal dalam ADC	37
Gambar 2. 9. Antarmuka XAMPP	39
Gambar 3. 1. Diagram blok sistem	46
Gambar 3. 2. Diagram pengkabelan sistem	47
Gambar 3. 3. Desain produk alat.....	48
Gambar 3. 4. Diagram alir sistem	49
Gambar 4. 1. Pengujian sensor intensitas cahaya	52
Gambar 4. 2. Ilustrasi penempatan jari pada sensor.....	53
Gambar 4. 3. Hasil pengujian LCD OLED.....	54
Gambar 4. 4. Grafik pengujian <i>Kalman Filter</i> dengan R=1 dan Q=10	56
Gambar 4. 5. Grafik pengujian <i>Kalman Filter</i> dengan R=1 dan Q=1	56
Gambar 4. 6. Grafik pengujian <i>Kalman Filter</i> dengan R=10 dan Q=1	57
Gambar 4. 7. Grafik pengujian <i>Kalman Filter</i> dengan R=100 dan Q=1	58
Gambar 4. 8. Grafik pengujian <i>Kalman Filter</i> dengan R=1000 dan Q=1	58
Gambar 4. 9. Tampilan laman <i>home website localhost</i>	59
Gambar 4. 10. Tampilan laman data pasien <i>website localhost</i>	60
Gambar 4. 11. Tampilan laman <i>monitoring website localhost</i>	61

Gambar 4. 12. Grafik hubungan nilai tegangan keluaran sensor dengan nilai kadar glukosa darah dari 10 subjek uji coba terbatas	65
Gambar 4. 13. Grafik hubungan nilai tegangan keluaran sensor dengan nilai kadar glukosa darah dari 65 subjek saat uji coba lapangan	71
Gambar 4. 14. Grafik perbandingan nilai kadar glukosa darah yang didapatkan dengan metode perbandingan saat uji coba terbatas	73
Gambar 4. 15. Grafik perbandingan nilai kadar glukosa darah yang didapatkan dengan metode regresi linier saat uji coba terbatas.....	75
Gambar 4. 16. Grafik perbandingan nilai kadar glukosa darah yang didapatkan dengan metode perbandingan saat uji coba lapangan	78
Gambar 4. 17. Grafik perbandingan nilai kadar glukosa darah yang didapatkan dengan metode regresi linier saat uji coba lapangan.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Rangkuman hasil penelitian terdahulu	21
Tabel 2. 2. Nilai rujukan TTGO	29
Tabel 2. 3. Spesifikasi ESP32	31
Tabel 3. 1. Bahan Penelitian.....	44
Tabel 3. 2. Alat Penelitian	45
Tabel 4. 1. Hasil pengujian <i>LED</i>	53
Tabel 4. 2. Variasi nilai parameter R dan Q	55
Tabel 4. 3. Uji kalibrasi dengan metode perbandingan saat uji coba terbatas	63
Tabel 4. 4. Tabel bantu perhitungan uji kalibrasi dengan metode regresi linier saat uji coba terbatas.....	64
Tabel 4. 5. Uji kalibrasi dengan metode perbandingan saat uji coba lapangan	66
Tabel 4. 6. Tabel bantu perhitungan uji kalibrasi dengan metode regresi linier saat uji coba lapangan.....	68
Tabel 4. 7. Hasil perhitungan akurasi alat ukur menggunakan nilai faktor pengali yang didapatkan dengan metode perbandingan saat proses uji coba terbatas.....	73
Tabel 4. 8. Hasil perhitungan akurasi alat ukur menggunakan model persamaan matematika yang didapatkan dengan metode regresi linier saat proses uji coba terbatas	74
Tabel 4. 9. Hasil perhitungan akurasi alat ukur menggunakan nilai faktor pengali yang didapatkan dengan metode perbandingan saat proses uji coba lapangan.....	76
Tabel 4. 10. Hasil perhitungan akurasi alat ukur menggunakan model persamaan matematika yang didapatkan dengan metode regresi linier saat proses uji coba lapangan	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Persetujuan Etik (<i>Ethical Approval</i>).....	93
Lampiran 2. <i>Listing</i> Program	94
Lampiran 3. Dokumentasi proses pengukuran tegangan <i>LED</i> menggunakan alat ukur multimeter.....	98
Lampiran 4. Dokumentasi kegiatan pengambilan data kadar glukosa darah.....	99
Lampiran 5. Desain leaflet sebagai media edukasi penyakit diabetes melitus ...	100

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR GLUKOSA DARAH *NON- INVASIVE* DENGAN PENERAPAN *INTERNET OF THINGS* BERBASIS *WEBSITE*

Sigit Suryo Saputro

2000022012

ABSTRAK

Diabetes melitus adalah suatu penyakit kronis yang ditandai dengan gejala kadar glukosa darah yang melebihi ambang batas normal. Saat ini, pengukuran kadar glukosa darah menggunakan tes strip merupakan cara yang paling banyak digunakan. Akan tetapi, metode tersebut tidak dapat diterapkan kepada semua pasien karena rasa sakit yang ditimbulkan serta risiko infeksi jika jarum yang digunakan terkontaminasi atau digunakan lebih dari satu kali. Penelitian ini bertujuan untuk merealisasikan dan menguji sistem kerja dari rancangan alat ukur yang telah dikembangkan dalam mengukur kadar glukosa darah secara *non-invasive* dengan penerapan *internet of things*.

Penelitian ini menggunakan metode *research and development* yang telah banyak digunakan untuk mengembangkan suatu produk baru, serta menguji keefektifan dari produk yang dihasilkan tersebut. *Photoplethysmography* merupakan metode pengukuran yang digunakan untuk menangkap spektrum cahaya dari bagian tubuh yang dikenai cahaya tampak berwarna merah. Komponen-komponen yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikrokontroler ESP32, sensor intensitas cahaya OPT101, LCD OLED, LED, dan *push button switch*. Pada penelitian ini, algoritma *Kalman Filter* diimplementasikan untuk mengurangi derau pada nilai pembacaan sensor dan membuat data keluaran sensor menjadi lebih stabil.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan bahwa alat ukur kadar glukosa darah yang telah dikembangkan ini dapat mengukur kadar glukosa dalam darah dengan persentase akurasi tertinggi yang diperoleh pada pengujian menggunakan model persamaan regresi linier saat uji coba lapangan yaitu sebesar 80,90%. Sedangkan, untuk tingkat akurasi dengan persentase terendah diperoleh pada pengujian menggunakan nilai faktor pengali dari metode kalibrasi perbandingan saat uji coba terbatas dengan persentase sebesar 77,35%.

Kata Kunci: Kadar Glukosa Darah, *Non-Invasive*, *Internet of Things*, ESP32, OPT101, *Kalman Filter*.

THE DEVELOPMENT OF A NON-INVASIVE BLOOD GLUCOSE LEVEL MEASUREMENT USING INTERNET OF THINGS BASED ON A WEBSITE

Sigit Suryo Saputro

2000022012

ABSTRACT

Diabetes mellitus is a chronic disease characterized by symptoms of blood glucose levels that exceed the normal threshold. Currently, measuring blood glucose levels using test strips is the most widely used method. However, this method cannot be applied to all patients due to the pain caused and the risk of infection if the needle used is contaminated or used more than once. This study aims to realize and test the working system of the developed measuring instrument design for measuring blood glucose levels non-invasively with the application of the internet of things.

This study uses the research and development method, which has been widely used to develop a new product and test the effectiveness of the resulting product. Photoplethysmography is a measurement method used to capture the light spectrum of body parts that are subjected to visible red light. The components used in this research are an ESP32 microcontroller, an OPT101 light intensity sensor, an OLED LCD, an LED, and a push button switch. In this research, the Kalman Filter algorithm is implemented to reduce noise in the sensor reading value and make the sensor output data more stable.

The results obtained from this study show that the blood glucose meter that has been developed can measure blood glucose levels with the highest percentage of accuracy obtained in testing using the linear regression equation model during the field trial, which is 80,90%. Meanwhile, the accuracy level with the lowest percentage was obtained in testing using the multiplier value of the comparison calibration method during the limited trial, with a percentage of 77,35%.

Keywords: Blood Glucose Level, Non-Invasive, Internet of Things, ESP32, OPT101, Kalman Filter.