

**PERANCANGAN ALAT GLUKOSA DARAH NON-INVASIF
BERBASIS SPEKTROSKOPI NIR DAN REGRESI LINEAR
DENGAN PERBANDINGAN GLUKOMETER UNTUK
DETEKSI DINI DIABETES MELITUS**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika**

Oleh:

M ALDY GUSTANTO

062230320604

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN ALAT GLUKOSA DARAH NON-INVASIF
BERBASIS SPEKTROSKOPI NIR DAN REGRESI LINEAR
DENGAN PERBANDINGAN GLUKOMETER UNTUK
DETEKSI DINI DIABETES MELITUS**



LAPORAN AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Program Studi
Diploma III Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh:

MALDY GUSTANTO

062230320694

Menyetujui,

Pembimbing 1

Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom.
NIP. 197612132000032001

Pembimbing 2

Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro



Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007

Koordinator Program Studi
D-III Teknik Elektronika

Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom.
NIP. 197508162001121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Aldy Gustanto

NPM : 062230320604

Judul Laporan Akhir : PERANCANGAN ALAT GLUKOSA DARAH NON-
INVASIF BERBASIS SPEKTROSKOPI NIR DAN
REGRESI LINEAR DENGAN PERBANDINGAN
GLUKOMETER UNTUK DETEKSI DINI DIABETES
MELITUS

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Akhir yang saya susun merupakan hasil karya saya sendiri didampingi oleh Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II, serta bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiat atau pelanggaran etika akademik, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di institusi pendidikan terkait.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan kejujuran, tanpa adanya tekanan atau paksaan dari pihak manapun. Saya memahami pentingnya integritas akademik dan berkomitmen untuk menjunjung tinggi nilai-nilai tersebut dalam setiap karya tulis yang saya hasilkan.



Palembang, Juli 2025



M Aldy Gustanto

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

“Masa depan Indonesia ada di tangan generasi muda yang bermimpi besar, berpikir ilmiah, dan bertindak nyata”- (B.J Habibie)

"Keberhasilan bukan milik orang yang pintar, melainkan milik mereka yang terus berusaha. Tanpa cinta, kecerdasan bisa menjadi bencana. Karena itu, berjalanlah dengan ilmu, hati, dan tekad yang tulus"- (M Aldy Gustanto)

PERSEMBAHAN :

Laporan Akhir ini dipersembahkan kepada :

1. Allah SWT atas ridho dan keberkahan-Nya setiap langkahku selalu diberi kemudahan dan dikelilingi orang-orang baik yang dikirimkan Nya, dan Nabi Muhammad SAW suri tauladan dimuka bumi ini.
2. Ayah dan Ibu saya tercinta, Rudi Hartono dan Nursilah yang telah memberikan segalanya untuk saya. Terima kasih atas doa, dukungan, dan pengorbanan yang tak ternilai hingga saya mampu mencapai tahap akhir penyusunan laporan dan pendidikan ini.
3. Saudara-saudara saya, khususnya ayuk Gusty Sutanti atas doa, dukungan, dan bantuan yang begitu berarti dalam kelancaran pendidikan saya.
4. Dosen pembimbing saya, Ibu Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom., dan Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM., yang telah memberikan bantuan yang sangat berharga dalam penyusunan laporan akhir ini, serta dukungan luar biasa yang sangat berarti bagi saya.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu pengetahuannya selama pendidikan.
6. Politeknik Negeri Sriwijaya, kampus pertama di mana saya menempuh pendidikan sebagai ahli madya teknik.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektronika, khususnya Kelas 6EC.

ABSTRAK

PERANCANGAN ALAT GLUKOSA DARAH NON-INVASIF BERBASIS SPEKTROSKOPI NIR DAN REGRESI LINEAR DENGAN PERBANDINGAN GLUKOMETER UNTUK DETEKSI DINI DIABETES MELITUS

(2025 : xx + 58 Halaman + 32 Gambar + 5 Tabel + 13 Lampiran)

M ALDY GUSTANTO

062230320604

PROGRAM STUDI D-III TEKNIK ELEKTRONIKA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit metabolik kronis dengan prevalensi yang terus meningkat di Indonesia. Deteksi dini melalui pemeriksaan kadar glukosa darah sangat penting untuk mencegah komplikasi lebih lanjut. Umumnya, pemeriksaan dilakukan secara invasif melalui pengambilan sampel darah, yang dapat menimbulkan ketidaknyamanan dan menurunkan konsistensi pemantauan rutin. Laporan akhir ini bertujuan mengembangkan metode non-invasif untuk mengukur kadar glukosa darah menggunakan pendekatan spektroskopi Near Infrared (NIR) dengan panjang gelombang 780 nm. Sistem ini memanfaatkan cahaya yang diarahkan ke ujung jari telunjuk dan diterima kembali oleh sensor LDR. Sinyal dari sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 yang telah ditanamkan model regresi linear untuk memprediksi kadar glukosa darah. Pengujian dilakukan pada responden berusia 18–23 tahun untuk menjaga homogenitas data awal. Hasil prediksi dibandingkan dengan pengukuran invasif menggunakan glukometer. Evaluasi performa sistem menunjukkan akurasi yang cukup baik dengan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 2,66 mg/dL, *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 2,51%, dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 86,50%, yang berarti akurasi estimasi mencapai 97,49%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem berpotensi diterapkan sebagai alat skrining awal dan pemantauan glukosa secara non-invasif dan nyaman bagi pasien.

Kata Kunci : Diabetes Melitus, Glukosa Darah, Metode Non-invasif, Spektroskopi NIR, Regresi Linear

ABSTRACT

DESIGN OF A NON-INVASIVE BLOOD GLUCOSE DEVICE BASED ON NIR SPECTROSCOPY AND LINEAR REGRESSION WITH GLUCOMETER COMPARISON FOR EARLY DETECTION OF DIABETES MELLITUS

(2025 : xx + 58 Pages + 32 Figures + 5 Tables + 13 Appendix)

M ALDY GUSTANTO

062230320604

STUDY PROGRAM OF D-III ELECTRONICS ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

SRIWIJAYA STATE POLYTECHNIC

Diabetes Mellitus (DM) is a chronic metabolic disease with a steadily increasing prevalence in Indonesia. Early detection through blood glucose monitoring is crucial to prevent further complications. Typically, glucose measurement is performed invasively by drawing blood samples, which can cause discomfort and reduce the consistency of routine monitoring. This final project aims to develop a non-invasive method for measuring blood glucose levels using a Near-Infrared (NIR) spectroscopy approach at a wavelength of 780 nm. The system utilizes light directed at the tip of the index finger, which is then received by a Light Dependent Resistor (LDR) sensor. The signal from the sensor is processed by an ESP32 microcontroller embedded with a linear regression model to predict glucose levels. The testing was conducted on respondents aged 18–23 years to maintain data homogeneity. The predicted results were compared with invasive measurements using a commercial glucometer. System performance evaluation showed promising accuracy, with a Mean Absolute Error (MAE) of 2.66 mg/dL, a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 2.51%, and a coefficient of determination (R^2) of 86.50%, indicating an estimation accuracy of 97.49%. These results demonstrate the potential of the system to be applied as an initial screening tool and for convenient non-invasive glucose monitoring.

Key Words : Diabetes Mellitus, Blood Glucose, Non-invasive Method, NIR Spectroscopy, Linear Regression

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Laporan Akhir tepat pada waktunya. Laporan Akhir ini ditulis untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III Politeknik Negeri Sriwijaya pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi D-III Teknik Elektronika, dengan judul **“Perancangan Alat Glukosa Darah Non-Invasif Berbasis Spektroskopi NIR dan Regresi Linear dengan Perbandingan Glukometer untuk Deteksi Dini Diabetes Melitus”**. Kelancaran proses pembuatan alat dan penulisan Laporan Akhir ini tak luput berkat bimbingan, arahan dan petunjuk dari berbagai pihak, baik pada tahap persiapan, penyusunan, hingga terselesaikannya Laporan Akhir ini. Maka dari itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. **Ibu Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom.**, selaku Dosen Pembimbing I
2. **Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.**, selaku Dosen Pembimbing II

Kemudian penulis juga mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan moril dan materil yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir dengan ketentuan yang telah ditetapkan Politeknik Negeri Sriwijaya, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T.**, selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. **Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. **Ibu Lindawati, S.T., M.T.I.**, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. **Bapak Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom.**, selaku Koordinator Program Studi D-III Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh staf pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.

6. Seluruh Staf Teknisi laboratorium dan bengkel Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Kedua Orang Tua, Kakak dan Adik, beserta keluarga penulis yang telah mendukung serta mendoakan selama penyusunan laporan akhir.
8. Akbar, Gio, Faris, Tio, Dika, Alhafiz, Arka, Alwi, Rafi, Yudhis, Randi, Ghulam, Ilmi, Dafa, Aji, Dita, dan seluruh sahabat seperjuangan yang tak henti memberikan dukungan, kebersamaan, serta semangat selama proses perkuliahan dan penyusunan laporan akhir ini.
9. Teman-teman satu pembimbing khususnya ibreza, yang dapat bekerja sama dan saling membantu selama penyusunan alat dan laporan akhir ini.
10. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga Laporan Akhir ini dapat terselesaikan.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal di hadapan Tuhan Yang Maha Esa. Akhir kata, penulis berharap agar Laporan Akhir ini dapat berguna bagi pembaca dan mahasiswa Program Studi D-III Teknik Elektronika.

Palembang, Juli 2025

M Aldy Gustanto

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Metode Penulisan	4
1.6.1 Studi Kepustakaan.....	4
1.6.2 Perancangan Hardware.....	4
1.6.3 Perancangan Software	4
1.6.4 Pengujian Sistem.....	5
1.6.5 Analisis.....	5
1.6.6 Penyusunan Laporan Akhir.....	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Diabetes Mellitus	7
2.2 Metode Pengukuran Glukosa Darah	8
2.2.1 Metode Invasif	8
2.2.1.1 Glukometer	10

2.2.1.2 Enzimatik Laboratorium	12
2.2.1.3 <i>Auto Analyzer</i>	12
2.2.2 Metode non-Invasif.....	13
2.3 Spektroskopi NIR.....	16
2.4 Regresi Linear	18
2.5 <i>Analog Digital Converter</i> (ADC)	19
2.5.1 Modul ADS1115	20
2.6 Sensor.....	20
2.6.1 Sensor <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR)	21
2.6.2 Sensor Tekanan MPS20N0040D	22
2.7 Mikrokontroller ESP 32	23
2.8 Aktuator.....	24
2.8.1 Laser Dioda	25
2.8.2 Motor DC	25
2.8.3 Solenoid Valve	27
2.9 <i>State of The Art</i> (SOTA)	27
BAB III RANCANG BANGUN.....	32
3.1 Metodologi Perancangan.....	32
3.2 Studi Literature.....	33
3.3 Perancangan Alat	33
3.3.1 Diagram Blok	33
3.3.2 <i>Flowchart</i>	35
3.3.3 Perancangan Elektronik	40
3.3.4 Perancangan Mekanik	42
3.4 Prinsip Kerja Alat.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Pemetaan Tegangan Sensor dan Pengukuran Invasif.....	45
4.2 Hasil Pengujian	48
4.3 Analisis Data	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1 Kesimpulan	57

5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA		xv
LAMPIRAN.....		- 1 -

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Blok Diagram Prinsip Kerja Glukometer.....	12
Gambar 2. 2 Blok Diagram Prinsip Kerja Enzimatik Laboratorium	12
Gambar 2. 3 Blok Diagram Prinsip Kerja <i>Auto Analyzer</i>	13
Gambar 2. 4 Blok Diagram Prinsip Kerja Teknik Optik	15
Gambar 2. 5 Blok Diagram Prinsip Kerja Teknik non-optik.....	16
Gambar 2. 6 Prinsip Kerja Spektroskopi NIR.....	17
Gambar 2. 7 Konsep Pengukuran <i>Scattering</i>	17
Gambar 2. 8 Grafik Regresi Linear.....	19
Gambar 2. 9 Tahapan Proses Konversi ADC.....	20
Gambar 2. 10 Prinsip Kerja Modul ADS1115	20
Gambar 2. 11 Prinsip Kerja Sensor.....	21
Gambar 2. 12 Alur Kerja Pin Analog Modul LDR.....	22
Gambar 2. 13 Prinsip Kerja Mikrokontroller	23
Gambar 2. 14 Alur Kerja Sistem Aktuator	24
Gambar 2. 15 Proses Kerja Laser Dioda sebagai NIR	25
Gambar 2. 16 Mekanisme Kerja Motor DC.....	26
Gambar 2. 17 Prinsip Kerja Motor DC	26
Gambar 2. 18 Prinsip Kerja Solenoid Kondisi Tidak Ada Arus	27
Gambar 2. 19 Prinsip Kerja Solenoid Kondisi dialiri arus.....	27
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Tahapan Perancangan	32
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem	34
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Pemetaan.....	36
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Sistem	38
Gambar 3. 5 Skema Rangkaian Elektronik	41
Gambar 3. 6 Desain 3D Alat Deteksi Dini Diabetes.....	42
Gambar 3. 7 Desain 3D Bagian <i>Optical Finger Slot</i>	43
Gambar 4. 1 Grafik Pemetaan Tegangan Sensor dan Pengukuran Invasif	47
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian	50

Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Non-invasif dan Invasif	51
Gambar 4. 4 Grafik Selisih Hasil Pengujian Non-invasif dan Invasif.....	52
Gambar 4. 5 Grafik Persentase Selisih Pengujian Non-invasif dan Invasif.....	53
Gambar 4. 6 Hasil Perhitungan Tiga Parameter Evaluasi Model	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kelebihan dan kelemahan Jenis Teknik Pengukuran Invasif.....	9
Tabel 2. 2 Kelebihan dan Kelemahan jenis Teknik Pengukuran non-invasif.....	14
Tabel 2. 3 <i>State of The Art</i> (SoTA)	28
Tabel 4. 1 Proses Pemetaan Tegangan Sensor dan Pengukuran Invasif.....	45
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian	49