

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR GULA DARAH
NON-INVASIF MENGGUNAKAN SENSOR MAX 30102
BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK PENDERITA
PENGIDAP PENYAKIT DIABETES MELITUS**



LAPORAN AKHIR

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

Oleh:

RAFA ADLI PURNAWAN

062330320606

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR GULA DARAH NON-INVASIF
MENGGUNAKAN SENSOR MAX 30102 BERBASIS
MIKROKONTROLER UNTUK PENDERITA PENGIDAP PENYAKIT
DIABETES MELITUS



LAPORAN AKHIR

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

Oleh:

RAFAADLI PURNAWAN

062330320606

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dr. RD. Kusumanto, S.T., M.M.
NIP.196603111992031004

Dosen Pembimbing II

Johansyah Al Rasvid, S.T., M.Kom.
NIP.197803192006041001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro,



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

Koordinator Program Studi
DIII Teknik Elektronika

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda Tangan di bawah ini :

Nama : RAFA ADLI PURNAWAN

NIM : 062330320606

Judul : Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah NON-INVASIF

Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis Mikrokontroler Untuk
Penderita Pengidap Penyakit Diabetes Melitus

Menyatakan bahwa Laporan Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi pembimbing I dan pembimbing II dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam Laporan Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Palembang, Juli 2026

RAFA ADLI PURNAWAN

NIM. 062330320606

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Berjalan sendirian di tengah kegelapan dan ketidakpastian tidak pernah menjadi alasan untuk berbalik arah. Kesulitan yang membentang di depan mata hanyalah cara semesta menguji seberapa kokoh kaki ini berdiri tanpa perlu bersandar pada orang lain. Menyerah mungkin menawarkan kenyamanan, namun bertahan dan terus melangkah adalah satu-satunya cara untuk membuktikan bahwa diri ini berharga.

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(QS. Al-Insyirah: 6)

Laporan Akhir ini Kupersembahkan Kepada:

- *Allah SWT yang selalu memberikan karunia nikmat dan kemudahan untuk saya dalam menjalani Pendidikan.*
- *Kedua orang tuaku tercinta serta adik dan kakak ku yang ku sayangi, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta pengorbanan tanpa henti hingga penulis dapat menyelesaikan perjalanan ini.*
- *Bapak Dr.RD,Kusumanto, S.T.,M.M. dan Bapak Johansyah Al Rasyid, S.T., M.Kom. yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu, memberikan arahan, bimbingan, serta berbagi ilmu selama proses penyusunan laporan akhir ini.*
- *Teman-teman serta seluruh rekan seperjuangan Angkatan 2023, khususnya keluarga besar Kelas 6 EA, yang telah berbagi kebersamaan, semangat, pengalaman, dan saling mendukung selama menempuh perjalanan akademik ini.*

ABSTRAK

Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah NON-INVASIF Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis Mikrokontroler Untuk Penderita Pengidap Penyakit Diabetes Melitus

(2026 : 102 Halaman +51 Gambar +2 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

RAFA ADLI PURNAWAN

062330320606

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK ELEKTRONIKA

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Diabetes melitus merupakan salah satu penyakit yang ditandai dengan tingginya kadar gula darah dalam tubuh dan memerlukan pemantauan secara berkala. Pengukuran kadar gula darah umumnya dilakukan secara invasif dengan mengambil sampel darah menggunakan jarum, yang dapat menimbulkan rasa tidak nyaman bagi pengguna. Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang dan dibuat alat ukur kadar gula darah non-invasif menggunakan sensor MAX30102 berbasis mikrokontroler ESP32-C3. Sensor MAX30102 bekerja dengan metode *Photoplethysmography* (PPG) yang memanfaatkan cahaya merah (*Red LED*) dan cahaya inframerah (*Infrared LED*) untuk mendeteksi perubahan volume darah pada ujung jari. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32-C3 dan dikonversi menjadi estimasi kadar gula darah yang ditampilkan pada LCD 16×2 I2C dalam satuan miligram per desiliter (mg/dL). Sistem juga dilengkapi dengan push button sebagai pemicu pengukuran dan buzzer sebagai indikator selesainya proses pengukuran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu melakukan pembacaan data dari sensor MAX30102 dan menampilkan estimasi kadar gula darah secara real-time. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan glukometer sebagai alat referensi untuk mengetahui tingkat kesalahan dan akurasi sistem. Berdasarkan hasil pengujian, alat yang dirancang mampu bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan dan dapat digunakan sebagai media pemantauan kadar gula darah secara non-invasif.

Kata kunci: Kadar Gula Darah, Non-Invasif, MAX30102, ESP32-C3, Photoplethysmography (PPG).

ABSTRACT

Design and Construction of a Non-Invasive Blood Sugar Level Measurement Tool Using a Microcontroller-Based MAX30102 Sensor for Diabetes Mellitus Patients

(2026 :102 Pages + 51 Images + 2 Tables +Bibliography + Attachments)

RAFA ADLI PURNAWAN

062330320606

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

DIII PROGRAM IN ELECTRONICS ENGINEERING

SRIWIJAYA STATE POLYTECHNIC

Diabetes mellitus is a disease characterized by high blood sugar levels in the body and requires regular monitoring. Blood sugar level measurements are generally carried out invasively by taking blood samples using needles, which can cause discomfort for the user. Therefore, in this study, a non-invasive blood sugar level measuring device was designed and built using the MAX30102 sensor based on the ESP32-C3 microcontroller. The MAX30102 sensor works with the Photoplethysmography (PPG) method that utilizes red light (Red LED) and infrared light (Infrared LED) to detect changes in blood volume at the fingertips. Sensor reading data is processed by the ESP32-C3 microcontroller and converted into an estimate of blood sugar levels displayed on a 16x2 I2C LCD in milligrams per deciliter (mg/dL). This system is also equipped with a push button as a measurement trigger and a buzzer as an indicator of the completion of the measurement process. The test results show that the device is able to read data from the MAX30102 sensor and display an estimate of blood sugar levels in real-time. The measurement results were then compared with those of a glucometer used as a reference device to determine the system's error rate and accuracy. Based on the test results, the designed device functioned as intended and could be used as a non-invasive blood sugar monitoring tool.

Keywords : *Blood Sugar Level, Non-Invasive, MAX30102, ESP32-C3, Photoplethysmography (PPG).*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga pelaksanaan laporan akhir dapat dilaksanakan dengan baik dan Laporan Akhir ini berhasil disusun sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Topik yang diangkat dalam Laporan Akhir ini Adalah. **“Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah NON-INVASIF Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis Mikrokontroler Untuk Penderita Pengidap Penyakit Diabetes Melitus.”**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama pelaksanaan dan pembuatan laporan akhir ini. Secara khusus, apresiasi dan terima kasih ditujukan 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 Ir. Hj. Lindawati, S.T., M.T.I. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom. selaku Koordinator Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Dr. RD, Kusumanto, S.T., M.M. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis menyelesaikan pelaksanaan laporan akhir.
6. Bapak Johansyah Al Rasyid, S.T., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penulis menyelesaikan pelaksanaan laporan akhir.
7. Bapak/Ibu Dosen Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Papa dan Mama Beserta keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi kepada penulis.
9. Teman teman dari kelas 6 EA yang selalu memberikan dukungan dalam menjalani pembuatan perancangan alat ini.

Kesadaran sepenuhnya dimiliki bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan dan belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, masukan dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan agar dapat menjadi bahan evaluasi dan pembelajaran untuk perbaikan di masa yang akan datang. Permohonan maaf juga disampaikan apabila terdapat kekeliruan maupun kekurangan dalam penyusunan laporan akhir ini.

Palembang, 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	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 dan Manfaat	4
1.4.1 Tujuan	4
1.4.2 Manfaat	4
1.5. Metodologi Penulisan	5
1.5.1 Studi Literatur	5
1.5.2 Perancangan Sistem	5
1.5.3 Metode konsultasi	5
1.5.4 Pengujian Sistem.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Diabetes Melitus	7
2.1.1 Diabetes Melitus Tipe 1	7
2.1.2 Diabetes Melitus Tipe 2	8
2.2 Kadar Gula Darah	8
2.3 Pengukuran Kadar Gula Darah Secara Non Invasif.....	10
2.4 Sensor.....	11
2.5 Rangkaian LED Driver	11
2.6 Rangkaian Photodiode (Photodetector)	15
2.7 Rangkaian Transimpedance Amplifier (TIA).....	19

2.8 Rangkaian <i>Low Pass Filter</i> (LPF)	21
2.9 Rangkaian Analog to Digital Converter (ADC).....	23
2.10 Rangkaian FIFO Memory	26
2.11 Rangkaian Komunikasi I2C	28
2.12 Rangkaian Power Management	32
2.13 SDA (Serial Data)	34
2.14 SCL (Serial Clock).....	39
2. 15 Metode Photoplethysmography (PPG)	43
2.16 Mikrokontroler.....	44
2.17 Rangkaian Pemroses (Processor Circuit).....	45
2.18 Rangkaian Input / Output (GPIO).....	47
2.19 Rangkaian Komunikasi.....	49
2.20 Rangkaian Daya (Power supply).....	50
2.21 Rangkaian Memori.....	52
2.22 Rangkaian Konektivitas Wireless	54
2.23 LCD 16x2 i2c.....	55
2.23.1 Rangkaian Penyusun LCD 16x2 I2C	56
2.23.2 Input dan Output LCD 16x2 I2C	58
2.24 Buzzer	58
2.24.1 Prinsip Kerja Buzzer	58
2.24.2 Jenis jenis pada buzzer	59
2.25 Catu Daya Adaptor 5v 3A.....	61
2.25.1 Prinsip Kerja Adaptor 5V 3A.....	61
2.25.2 Rangkaian Penyusun Adaptor 5V 3A	61
2.25.3 Persamaan Dasar Catu Daya.....	63
2.26 Switch ON/OFF	63
2.26.1 Prinsip Kerja Switch.....	64
2.26.2 Jenis Jenis Switch.....	64
2.26.3 Persamaan dasar pada Rangkaian Switch	66
2.27 Push Button.....	67
2.27.1 Prinsip Kerja Push Button.....	67
2.27.2 Jenis Jenis Push Button	67
2.27.3 Persamaan Dasar push Button.....	69
BAB III RANCANG BANGUN	70

3.1	Procedur Perancangan Alat	70
3.1.1	Sensor MAX30102	70
3.1.2	Mikrokontroler ESP32-C3	71
3.1.3	LCD 16 x 2 I2C.....	72
3.1.4	Push Button.....	73
3.1.5	Buzzer	73
3.1.6	Saklar/ switch.....	74
3.1.7	Adaptor 5v 3A.....	75
3.2	Blok Diagram Sistem.....	75
3.3	Flow Chart Sistem.....	76
3.4	Perancangan Eletrik	78
3.5	Perancangan Mekanik.....	79
3.6	Prinsip Kerja	81
BAB IV	PENGUJIAN DAN ANALISA	82
4.1	Hasil Perancangan Alat	82
4.2	Hasil Pengujian Sistem	84
4.3	Perhitungan Error dan Akurasi.....	87
4.3.1	Perhitungan Error.....	87
4.3.3	Perhitungan Akurasi.....	87
4.4	Pembahasan.....	87
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1	Kesimpulan	89
5.2	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA.....		91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok Diagram LED driver	12
Gambar 2.2 Rangkaian Dasar LED	13
Gambar 2.3 Gelombang Switching LED.....	14
Gambar 2.5 Blok Diagram Rangkaian Photodiode	15
Gambar 2.6 Rangkaian dasar Photodiode.....	16
Gambar 2.7 Gelombang sinyal Photodiode.....	18
Gambar 2.8 Rangkaian reverse bias photodiode	19
Gambar 2.9 Rangkaian Transimpedance Amplifier	21
Gambar 2.10 Rangkaian Low Pass Filter	23
Gambar 2.11 Bentuk gelombang sampling.....	24
Gambar 2.12 Gelombang quantization	25
Gambar 2.13 Gelombang digital ADC	25
Gambar 2.14 Blok Diagram Rangkaian ADC	26
Gambar 2.15 Proses pergeseran data pada FIFO	27
Gambar 2.16 Kondisi overflow dan underflow	28
Gambar 2.17 Blok Diagram Rangkaian komunikasi I2C	29
Gambar 2.18 Alur komunikasi I2C.....	29
Gambar 2.19 Struktur dasar komunikasi I2C	30
Gambar 2.20 Rangkaian pull-up resistor.....	30
Gambar 2.21 Gelombang clock SCL.....	30
Gambar 2.22 Gelombang data SDA	31
Gambar 2.23 Sinkronisasi antara SDA dan SCL	31
Gambar 2.25 Blok Diagram Rangkaian Power Management	32
Gambar 2.26 Rangkaian Regulator dan Rangkain filter kapasitor	33
Gambar 2.27 Rangkaian dasar SDA.....	35
Gambar 2.28 Timing data SDA terhadap SCL:	37
Gambar 2.29 Gelombang Start condition	38
Gambar 2.30 Gelombang STOP condition	38
Gambar 2.31 Gelombang dasar SCL	40
Gambar 2.32 Rangkaian dasar SCL	40
Gambar 2.33 Metode Photoplethysmography (PPG)	44
Gambar 2.34 blok diagram rangkaian pemroses	46
Gambar 2.35 Blok diagram input/output.....	47
Gambar 2.36 Gelombang sinyal pada GPIO	48
Gambar 2.37 Diagram blok Rangkaian komunikasi	50
Gambar 2.38 Blok diagram rangkaian daya	51
Gambar 2.39 Diagram Blok Rangkaian Memori.....	53
Gambar 2.40 Blok Rangkaian Wireless.....	54
Gambar 2.41 Rangkaian Backlight LED	58

Gambar 2.42 Rangkaian Active Buzzer	59
Gambar 2.43 Rangkain Passive Buzzer.....	60
Gambar 2. 44 Rangkaian power supply/catu daya	63
Gambar 2.45 Rangkaian dasar Toggle Switch.....	64
Gambar 2.46 Rangkaian dasar Push Button Switch	65
Gambar 2.47 Rangkaian dasar Rocker Switch	66
Gambar 2.48 Rangkaian dasar NO	68
Gambar 2.49 Rangkaian dasar NC	68
Gambar 2.50 Rangkaian dasar Momentary push button	68
Gambar 2.51 Rangkaian Dasar Latching push button	69
Gambar 3.1 Blok Diagram.....	75
Gambar 3.2 Flow Chart	77
Gambar 3.3 Schematic Perancangan Alat.....	79
Gambar 3.4 Perancangan Mekanik.....	80
Gambar 4.1 Tampilan Keseluruhan Alat	82
Gambar 4.2 Bagian Samping Alat	83
Gambar 4.3 Bagian Dalam Alat.....	83

DAFTAR TABEL

TABEL 2 1 klasifikasi kadar gula darah normal dan diabetes	9
TABEL 4.1 Tabel Pengujian Sistem.....	97