

**PERANCANGAN ALAT UKUR KADAR  
KOLESTEROL NON-INVASIF BERBASIS METODE  
TRANSMITANSI *NEAR-INFRARED* UNTUK  
PROTOTYPE ANJUNGAN TES KESEHATAN  
MANDIRI (ATKM)**

**Skripsi**

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



**Nur Jannah  
1306620073**








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

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**PERANCANGAN ALAT UKUR KADAR KOLESTEROL NON-INVASIF  
BERBASIS METODE TRANSMITANSI *NEAR-INFRARED* UNTUK  
ANJUNGAN TES KESEHATAN MANDIRI (ATKM)**

Nama : Nur Jannah  
No. Registrasi : 1306620073

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
<b>Penanggung Jawab</b>			
Dekan	: Prof. Dr. Muktiningsih N., M.Si. NIP. 196405111989032001		06/8/24
<b>Wakil Penanggung Jawab</b>			
Wakil Dekan I	: Dr. Esmar Budi, M.T. NIP. 197207281999031002		06/8/24
Ketua	: Dr. Teguh Budi Prayitno, M.Si. NIP. 198205262008121001		23/7/24
Sekretaris	: Haris Suhendar, M.Si. NIP. 199404282022031006		25/7/24
<b>Anggota</b>			
Pembimbing I	: Dr. Umiatin, M.Si. NIP. 197901042006042001		23/7/24
Pembimbing II	: Ernia Susana, S.T., M.Si. NIP. 197405101999032002		23/7-2024
Penguji	: Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si. NIP. 197705102006042001		25/7/24

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 19 Juli 2024.

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul "Perancangan Alat Ukur Kadar Kolesterol Non-Invasif Berbasis Metode Transmittansi *Near-Infrared* untuk Prototipe Anjungan Tes Kesehatan Mandiri (ATKM)" 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 2024



Nur Jannah



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
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 : Nur Jannah  
NIM : 1306620073  
Fakultas/Prodi : FMIPA/Fisika  
Alamat email : [nur.jannah117.nj@gmail.com](mailto:nur.jannah117.nj@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 Alat Ukur Kadar Kolesterol Non-Invasif Berbasis Metode Transmisi Near-Infrared  
untuk Prototipe Anjungan Tes Kesehatan Mandiri (ATKM)

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 18 Agustus 2024

Penulis

( Nur Jannah )  
nama dan tanda tangan

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah yang berjudul “Perancangan Alat Ukur Kadar Kolesterol Non-Inasif Berbasis Metode Transmittansi *Near-Infrared* untuk Prototipe Anjungan Tes Kesehatan Mandiri (ATKM)”. Penulis menyadari bahwa kelancaran pada perancangan alat dan penyusunan skripsi tidak terlepas dari berbagai pihak yang turut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Umiatin, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Koordinator Program Studi Fisika FMIPA Universitas Negeri Jakarta yang telah membantu, membimbing, dan memberi pengarahan selama penyusunan berlangsung.
2. Bu Ernia Susana, ST, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu, membimbing, memberi pengarahan, motivasi, dan semangatnya selama penyusunan berlangsung.
3. Dr. Teguh Budi Prayitno, M.Si., Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si. dan Haris Suhendar, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji sidang yang telah memberikan saran pada perbaikan penulisan skripsi.
4. Bapak dan ibu dosen, serta seluruh staff Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta.
5. Umi dan abi atas dukungan, cinta, motivasi dan doanya yang tidak pernah putus, serta bersedia menjadi tempat berkeluh kesah.
6. Saudara-saudaraku dan keluarga besar Martawiroji yang selalu mendoakan, mendukung, dan membantu penulis selama ini.
7. Meisya Indri Yanti, Marisa Atika Diniyah, dan Azzahra Khairunisa selaku teman satu bimbingan yang telah menjadi *support system* selama melewati masa perkuliahan.
8. Sahabat-sahabat penulis yaitu Halimatus Sa’diyah, Aisyah Nur Fadlillah, Nur Aisyah, Vivi Fitriyani, dan Syeha Lutfiah yang selalu menjadi tempat berkeluh kesah. Namun, selalu mendukung, memberikan semangat, dan menghibur penulis.



9. Muhammad Abidin, Firnas Al Farizy, Muhammad Nurdin Prakasa, dan Abdau Fatkhurrohman yang telah menjadi teman diskusi dan membantu penulis dalam menemukan solusi dari permasalahan pada saat penelitian berlangsung.
10. Ihsan Khosiya Rohman selaku teman sekaligus kaka bagi penulis yang telah memberikan effort nya dalam membantu penulis dan dalam menemukan solusi saat penelitian berlangsung.
11. Teman-teman Program Studi Fisika 2020.
12. Semua pihak yang telah banyak membantu namun belum sempat disebutkan nama-namanya.
13. Kepada diri sendiri yang sudah bisa bertahan sejauh ini, dengan adanya harapan dan pandangan dari banyak orang.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan pada penulisan dan penyusunan ini. Namun, semoga skripsi ini bisa menjadi manfaat bagi semua.

Jakarta, Juli 2024



Nur Jannah

## ABSTRAK

NUR JANNAH. Perancangan Alat Ukur Kadar Kolesterol Non-Invasif Berbasis Metode Transmittansi *Near-Infrared* untuk Prototipe Anjungan Tes Kesehatan Mandiri (ATKM). Dibawah bimbingan UMIATIN dan ERNIA SUSANA.

Prevalensi hiperkolesterolemia terus meningkat dan diperkirakan menyebabkan 2,6 juta kematian dan 29,7 juta kecacatan per tahunnya. Penderita kolesterol diharapkan untuk selalu memonitor kadar kolesterol darahnya, namun proses pengukurannya masih dilakukan secara invasif dan memiliki beberapa kekurangan, oleh sebab itu perlu dikembangkan metode pengukuran secara non-invasif berdasarkan metode transmittansi menggunakan spektroskopi infra merah. Metode transmittansi merupakan teknik pengukuran non-invasif dengan melibatkan pengukuran cahaya yang diserap atau dipantulkan oleh jaringan manusia dan merupakan salah satu teknik dimana gelombang inframerah dekat diterapkan dalam penyerapan cahaya untuk menentukan kadar kolesterol. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan prototipe alat ukur kolesterol darah non-invasif. Prototipe dirancang menggunakan LED inframerah dekat dan sensor fotodiode untuk mengukur kadar kolesterol darah yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560. Selanjutnya hasil pengukuran dapat ditampilkan pada layar LCD Nextion. Hasil uji coba prototipe menghasilkan nilai akurasi 98,75% untuk pengujian alat ukur kolesterol darah dengan NIR LED 940 nm dan 97,31% untuk pengujian alat ukur kolesterol darah dengan NIR LED 1550 nm.

**Kata-kata kunci:** Kolesterol, Arduino Mega 2560, LED inframerah dekat, sensor fotodiode.

## ABSTRACT

NUR JANNAH. Design of a Non-Invasive Cholesterol Measurement Device Based on Near-Infrared Transmittance Method for Prototype of Health Check-up Machine. Under the guidance of UMIATIN and ERNIA SUSANA.

The prevalence of hypercholesterolemia continues to increase and is estimated to cause 2,6 million deaths and 29,7 million disabilities annually. Cholesterol patients are expected to regularly monitor their blood cholesterol levels; however, the measurement process is still conducted invasively and has several drawbacks. Therefore, it is necessary to develop non-invasive measurement methods based on transmittance using infrared spectroscopy. The transmittance method is a non-invasive measurement technique involving the measurement of light absorbed or reflected by human tissue and is one of the techniques where near-infrared waves are applied in light absorption to determine cholesterol levels. Therefore, this study aims to design a prototype of a non-invasive blood cholesterol measuring device. The prototype is designed using a near-infrared LED and a photodiode sensor to measure blood cholesterol levels, controlled by an Arduino Mega 2560 microcontroller. The measurement results can then be displayed on a Nextion LCD screen. The prototype testing results showed an accuracy of 98,75% for the cholesterol measuring device with a 940 nm NIR LED and 97,31% for the device with a 1550 nm NIR LED.

**Kata-kata kunci:** Cholesterol, Arduino Mega 2560, near-infrared LED, photodiode sensor.



## DAFTAR ISI

HALAMAN COVER .....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Kolesterol .....	7
1. Definisi Kolesterol.....	7
2. Klasifikasi Kolesterol .....	8
3. Dampak Kolesterol .....	10
B. Metode Pengukuran Kolesterol Darah .....	13
C. Spektroskopi Infra Merah (IR) .....	13
D. <i>Photoplethysmography</i> (PPG).....	15
E. Hukum Lambert-Beer .....	17
F. Instrumen dan Software Pendukung .....	20
1. Inframerah LED.....	20
2. Fotodioda .....	21

3.	Arduino Mega 2560 Built-in ESP8266.....	23
4.	IC LM358N.....	23
5.	Kapasitor.....	24
6.	Resistor.....	25
7.	LCD Nextion.....	25
G.	Kerangka Berpikir.....	26
BAB III.....		28
METODOLOGI PENELITIAN.....		28
A.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	28
B.	Metode Penelitian.....	29
1.	Alat dan Bahan.....	29
2.	Diagram Blok Sistem.....	29
3.	Diagram Alir Program.....	31
4.	Prosedur Penelitian.....	32
4.1	Tahap <i>Pre-processing</i> .....	32
4.2	Tahap <i>Processing</i> .....	33
4.3	Tahap <i>Post-processing</i> .....	33
5.	Skema Prototipe ATKM.....	33
6.	Skema Prototipe Kolesterol Darah.....	34
C.	Teknik Pengumpulan dan Analisis Data.....	36
BAB IV.....		39
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		39
A.	Rangkaian <i>Hardware</i> .....	39
B.	Karakterisasi NIR LED.....	41
C.	Pengujian Alat Ukur Kadar Kolesterol Darah.....	48
D.	Pengujian Prototipe ATKM.....	54
E.	Pengujian LCD Nextion.....	56
F.	Pengujian Printer Thermal.....	59
G.	Kelebihan dan Kekurangan Penelitian.....	62
BAB V.....		63
KESIMPULAN DAN SARAN.....		63

A. Kesimpulan.....	63
B. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	70
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	88



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur kimia kolesterol.....	7
Gambar 2.2	Lipoprotein.....	9
Gambar 2.3	Pengukuran kolesterol darah metode invasif.....	13
Gambar 2.4	Spektrum serapan NIR.....	15
Gambar 2.5	Mode PPG.....	16
Gambar 2.6	Prinsip kerja mode PPG.....	17
Gambar 2.7	Ilustrasi transmisi dan absorpsi cahaya.....	18
Gambar 2.8	Inframerah LED.....	21
Gambar 2.9	Fotodiode .....	22
Gambar 2.10	Arduino Mega 2560 Built-in ESP8266.....	23
Gambar 2.11	IC LM358N.....	24
Gambar 2.12	Kapasitor.....	24
Gambar 2.13	Resistor.....	25
Gambar 2.14	LCD Nextion.....	26
Gambar 3.1	Diagram blok sistem.....	30
Gambar 3.2	Diagram alir program.....	31
Gambar 3.3	Diagram alir penelitian.....	32
Gambar 3.4	Skema prototipe ATKM.....	34
Gambar 3.5	Skema prototipe kolesterol darah.....	35
Gambar 3.6	Skema casing larutan kolesterol.....	35
Gambar 4.1	Skema rangkaian $\lambda$ 940 nm.....	39
Gambar 4.2	Skema rangkaian $\lambda$ 1550 nm.....	40
Gambar 4.3	Karakterisasi in vitro.....	41
Gambar 4.4	Grafik hubungan tegangan sensor optik terhadap konsentrasi larutan kolesterol.....	43
Gambar 4.5	Karakterisasi in vivo.....	44
Gambar 4.6	Grafik fungsi transfer.....	45
Gambar 4.7	Grafik fungsi invers.....	47
Gambar 4.8	Pengujian alat ukur kolesterol darah.....	48

Gambar 4.9	Grafik hubungan kadar kolesterol darah invasif dan non-invasif.....	54
Gambar 4.10	Prototipe alat.....	55
Gambar 4.11	Rangkaian LCD Nextion pada arduino.....	57
Gambar 4.12	Tahap pertama tampilan LCD Nextion.....	58
Gambar 4.13	Tahap kedua tampilan LCD Nextion.....	58
Gambar 4.14	Tahap ketiga tampilan LCD Nextion.....	59
Gambar 4.15	Tahap keempat tampilan LCD Nextion.....	59
Gambar 4.16	Tampilan hasil LCD Nextion.....	60
Gambar 4.17	Rangkaian printer thermal pada arduino.....	61
Gambar 4.18	Hasil pengujian printer thermal.....	62
Gambar 4.19	Penempatan dan ukuran yang digunakan.....	62





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kategori kadar kolesterol.....	8
Tabel 3.1	Jadwal kegiatan penelitian.....	28
Tabel 4.1	Larutan Kolesterol dan tegangan rata-rata.....	42
Tabel 4.2	Kolesterol darah invasif dan tegangan rata-rata.....	46
Tabel 4.3	Pengujian alat ukur kadar kolesterol darah non-invasif terhadap alat ukur kadar kolesterol darah invasif.....	50
Tabel 4.4	Hasil pengujian prototipe ATKM.....	55
Tabel 4.5	Pengaturan posisi dan ukuran teks pada hasil cetakan printer.....	60
Tabel 4.6	Kelebihan dan kekurangan penelitian.....	62



## DAFTAR SINGKATAN



ADC	: <i>Analog to Digital Converter</i>
ATKM	: <i>Anjungan Tes Kesehatan Mandiri</i>
IDF	: <i>International Diabetes Federation</i>
KDI	: <i>Kolesterol Darah Invasif</i>
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
LED	: <i>Light Emitting Diode</i>
NIR	: <i>Near-Infrared</i>
NIR-LED	: <i>Near-Infrared Light Emitting Diode</i>
NIRS	: <i>Near-Infrared Spectroscopy</i>
Op-Amp	: <i>Operational Amplifier</i>
PLA+	: <i>Polylactic Acid</i>
RMSE	: <i>Root Mean square</i>
TIA	: <i>Transimpedance Amplifier</i>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Dokumentasi Penelitian.....	70
Lampiran 2.	Dokumentasi Hasil Pengukuran.....	73
Lampiran 3.	Profil Probandus.....	74
Lampiran 4.	Lembar Persetujuan Probandus.....	75
Lampiran 5.	Data Karakterisasi In Vitro.....	76
Lampiran 6.	Data Karakterisasi In Vivo.....	77
Lampiran 7.	Data Pengujian Kolesterol Darah.....	78
Lampiran 8.	Source Code Program.....	79

