



**ANALISIS KOMPARASI PENGUKURAN GULA DARAH
SECARA *INVASIVE* DAN *NON-INVASIVE* DENGAN
ARDUINO**

SKRIPSI

**Karya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Indo Global Mandiri**

**Oleh
WULANDARI
2018.31.0058
(Program Studi Sarjana Sistem Komputer)**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI
Agustus 2023**



**ANALISIS KOMPARASI PENGUKURAN GULA DARAH
SECARA *INVASIVE* DAN *NON-INVASIVE* DENGAN
ARDUINO**

SKRIPSI

**Karya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Indo Global Mandiri**

**Oleh
WULANDARI
2018.31.0058
(Program Studi Sarjana Sistem Komputer)**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI
Agustus 2023**

**ANALISIS KOMPARASI PENGUKURAN GULA DARAH
SECARA *INVASIVE* DAN *NON-INVASIVE* DENGAN
ARDUINO**

HALAMAN PENGESAHAN


Oleh
Wulandari
NIM: 2018310058
(Program Studi Sarjana Sistem Komputer)

Universitas Indo Global Mandiri

Menyetujui
Tim Pembimbing

Palembang, 4 September 2023

Pembimbing I



Fery Antony, S.T., M.Kom
NIK. 2003.01.00.67

Pembimbing II



Ricky Maulana Fajri, M.Sc
NIK. 2016.01.02.20

Mengetahui
Dekan Fakultas Ilmu Komputer
FAKULTAS ILMU KOM & SAINS


Rudi Heriansyah, S.T., M.Eng., Ph.D

NIK. 2022.01.03.15

LEMBAR PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI

Pada hari ini Senin Tanggal 25 Agustus 2023 telah dilaksanakan Ujian Skripsi oleh Program Studi Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indo Global Mandiri Palembang.

Menyetujui
Tim Penguji

Palembang, 25 Agustus 2023

Ketua Penguji



Fery Anthony, S.T., M.Kom
NIK. 2003.01.00.67

Penguji 1



Ir. Zulkifli, M.Sc
NIK. 2011.01.0111

Penguji 2



Candra Setiawan, S.T., M.T
NIK. 2020.02.0320

Mengetahui
Ketua Program Studi Sistem Komputer



Tasmi, S.Si., M.Kom
NIK. 2017.01.0230

SURAT KETERANGAN REVISI SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa:

Nama : Wulandari

NPM : 2018310058

Judul Skripsi : Analisis Komparasi Pengukuran Gula Darah Secara *Invasive*
Dan *Non-Invasive* Dengan Arduino.

Mahasiswa yang namanya tercantum diatas, telah selesai merevisi penulisan skripsi.

Menyetujui
Tim Penguji

Palembang, 29 Agustus 2023

Ketua Penguji



Fery Antony, S.T., M.Kom
NIK. 2003.01.00.67

Penguji 1



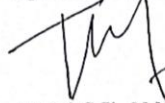
Ir. Zulkifli, M.Sc
NIK. 2011.01.0111

Penguji 2



Candra Setiawan, S.T., M.T
NIK. 2020.02.0320

Mengetahui
Ketua Program Studi Sistem Komputer



Tasmi, S.Si., M.Kom
NIK. 2017.01.0230

Tidak bisa dipungkiri kedua orang tua ku tersayang menjadi salah satu motivasi terbesar untuk saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Dukungan kalian tentu sangat berarti bagi saya. Jika saya tidak bisa mengucapkan terima kasih kepada kalian secara langsung, saya mungkin bisa menuliskan ucapannya disini. Sekali lagi terima kasih Ibu, terima kasih ayah. Semoga kalian panjang umur dan sehat selalu agar dapat menemani langkah kecilku bersana adik-adikku tercinta untuk menuju kesuksesan.

ABSTRAK

ANALISIS KOMPARASI PENGUKURAN GULA DARAH SECARA *INVASIVE* DAN *NON-INVASIVE* DENGAN ARDUINO

Ada dua metode dalam pengukuran gula darah, yaitu dengan menggunakan metode *invasive* dan metode *non-invasive*. Metode *invasive* memerlukan sampel darah dengan cara mengeluarkan darah setelah jari ditusuk dengan jarum, sedangkan metode *non-invasive* tidak memerlukan pembedahan untuk mendapatkan sampel darah. Alat pengukur kadar gula darah secara *non-invasive* menggunakan arduino uno sangat diperlukan bagi penderita diabetes melitus, supaya penderita penyakit diabetes melitus bisa selalu mengecek kadar gula darah selalu dalam kisaran normal. Hasil dan pengukuran yang telah dilakukan akan tersimpan didalam *database*. Data ini diperoleh melalui penelitian lapangan, pustaka dan wawancara. Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa alat pengukur kadar glukosa dalam darah secara *non-invasive* memiliki nilai keakuratan dalam pengukuran kadar gula dalam darah 87,1% masih belum bisa dijadikan sebagai acuan. Adapun tegangan yang dihasilkan dari masing-masing komponen yang ada sesuai dengan yang diberikan input sebesar 5 Volt dan yang dihasilkan mendekati nilai 5 Volt yaitu sebesar 4,95 Volt. Alat ukur dalam penelitian ini hanya mampu mengukur kadar gula darah sebesar 70 – 350mg/dL.

Kata Kunci : Diabetes Melitus, *Non-Invasive*, Arduino Uno, *Photodiode*.

ABSTRACT

COMPARATIVE ANALYSIS OF INVASIVE AND NON- INVASIVE BLOOD SUGAR MEASUREMENTS WITH ARDUINO

There are two methods in measuring the blood sugar, namely the invasive and non-invasive methods. The invasive method requires a blood sample by removing the blood after the finger is pierced with a needle, while the non-invasive method does not require surgery to obtain a blood sample. Non-invasive measuring blood sugar levels using Arduino Uno is very necessary for people with diabetes mellitus, so that people with diabetes mellitus can always check their blood sugar levels always within the normal range. The measurement result that have been done will be stored in the database. The data was obtained through field research, library research and interview. The results of this study indicate that a non-invasive blood glucose meter has an accuracy value of 87.1%, which cannot be used as a reference. The voltage generated from each component is in accordance with the input given at 5 Volts and the resulting value is close to 5 Volts, which is 4.95 Volts. The measuring instrument in this study was only able to measure blood sugar levels of 70 – 350 mg/dL.

Keywords: Diabetes Melitus, Non-Invasive, Arduino Uno, Photodiode.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik. Adapun judul Tugas Akhir yang penulis ambil sebagai berikut, “**Analisis Komparasi Pengukuran Gula Darah Secara Invasive Dan Non-Invasive Dengan Arduino**”.

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk gelar Kesarjanaan pada Program Studi Sistem Komputer. Sebagai bahan penulisan diambil berdasarkan hasil penelitian dan beberapa sumber *literature* yang mendukung penulisan ini. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan ini tidak akan berjalan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Marzuki Alie, SE.,MM Selaku Rektor Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
2. Rudi Hariansyah, ST., M.Eng, Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Tasmi, S.Si., M.Kom selaku Ketua Program Studi Sistem Komputer.
4. Fery Antony, ST.,M.Kom Selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing 1.
5. Ricky Maulana Fajri, M.Sc Selaku Dosen Pembimbing 2.
6. Ir. Zulkifli, M.Sc dan Candra Setiawan, ST., M.T Selaku Penguji 1 dan Penguji 2.
7. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
8. Kepada semua teman-teman yang telah mendukung saya selama ini.
9. Serta Kerabat dan Keluarga terutama Ayah dan Ibu yang senantiasa mendoakan.

Serta semua pihak yang terlalu banyak untuk disebut satu persatu sehingga terwujudnya penulisan ini. Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh sekali dari kata sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

Penulis,

Wulandari

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL LUAR.....	i
HALAMAN JUDUL DALAM.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI	iv
SURAT KETERANGAN REVISI SKRIPSI	v
MOTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Tujuan Penelitian	5
1.4.2 Manfaat Penelitian	6
1.5 Metodologi Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
II.1 Teori Umum.....	8
II.1.1 Analisis.....	8
II.1.2 Komparasi	8
II.1.3 Pengukuran.....	9
II.1.4 Darah	9
II.1.4.I Komponen Darah	10

II.1.4.2 Kadar Gula Darah.....	12
II.1.5 Glucometer.....	14
II.1.6 Diabetes Melitus	16
II.1.7 Metode Invasive.....	17
II.1.8 Metode Non Invasive	17
II.1.9 Arduino	18
II.2 Teori Khusus.....	20
II.2.2.2 Sumber Tegangan	20
II.2.2.3 Komponen Elektronika	21
II.2.3 Perangkat Lunak	25
II.2.3.1 Bahasa Pemrograman	25
II.2.3.2 Arduino IDE	25
II.3 Analisis Kesalahan Alat.....	26
II.4 Penelitian Terdahulu	27
BAB III METODELOGI PENELITIAN	29
III.1 Jenis Penelitian	29
III.2 Perancangan Sistem	29
III.3 Tahapan Penelitian.....	29
III.4 Permodelan Sistem	30
III.5 Diagram Blok.....	30
III.6 Skema Rangkaian Perangkat Keras	31
III.7 Teknik Pengujian Sistem	32
III.8 Analisis Hasil.....	32
III.9 Kesimpulan dan Saran	32
BAB IV HASIL DAN ANALISA	33
IV.1 Cara Kerja Alat dan Pengujian Alat.....	33
IV.1.1 Cara Kerja Alat.....	33
IV.1.2 Skema Rangkaian Perangkat Keras	34
VI.1.3 Flowchart Sistem	35
IV.1.4 Blok Diagram Alat.....	36
IV.2 Tata Cara Penggunaan Alat.....	38

IV.3 Pengujian Alat.....	38
IV.3.1 Prosedur Pengujian	38
IV.3.2 Grafik dan Tabel Responden.....	39
IV.4 Hasil Pengujian Alat	41
IV.5 Analisis Cara Kerja Alat (Perangkat Keras).....	47
IV.5.1 Implementasi LCD (Liquid Crystal Display).....	47
IV.5.2 Implementasi Sensor Photodiode.....	48
IV.6 Analisis Presentase Kesalahan Dari Alat	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
V.1 Kesimpulan.....	51
V.II Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Kartu Indikator Glukosa Darah	16
Gambar II.2 Resistor.	21
Gambar II.3 <i>Light Emitting Diode</i>	21
Gambar II.4 <i>Photodiode</i>	22
Gambar II.5 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	23
Gambar II.6 Bagian Arduino Uno.	24
Gambar II.7 <i>Sketch</i> Arduino IDE.	26
Gambar III.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.	30
Gambar III.2 Blok Diagram Sistem.	31
Gambar III.3 Desain Skema Rangkaian Perangkat.	31
Gambar IV.1 Desain Skema Rangkaian Perangkat.	34
Gambar IV.2 <i>Flowchart</i> Sistem Pada Alat.	35
Gambar IV. 3 Blok Diagram Sistem.	36
Gambar IV.4 Proses Blok Diagram Alat.	37
Gambar IV.5 Desain Posisi dan Letak Jari	38
Gambar IV.6 Grafik Respoden (Data Diolah Peneliti 2023).	41
Gambar IV.7 Grafik Data ADC vs Alat Asli.	43
Gambar IV.8 Grafik alat yang dibuat vs alat asli.	45
Gambar IV.9 Tampilan Gula Darah di LCD.	47
Gambar IV.10 Analisis Alat LCD.	47

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kriteria Diagnosis Untuk Gangguan Kadar Gula Darah.....	13
Tabel II.2 Penelitian Terdahulu	27
Tabel IV.1 Kriteria Diagnosis untuk Gangguan Kadar Gula Darah	39
Tabel IV.2 Tabel Responden.....	40
Tabel IV.3 Data Pengujian Alat Asli dan Alat Buatan	42
Tabel IV.4 Tabel Data Perbandingan Alat Asli dan Alat Buatan.	44
Tabel IV.5 Tabel Data Pengujian dan Hasil Pengukuran	46
Tabel IV.6 Hasil Output Tegangan pada <i>Photodiode</i>	48
Tabel IV.7 Hasil Presentase Kesalahan Alat.....	49

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pertama Kali Halaman
LED	<i>Light Emiting Diode</i>	2
PC	<i>Personal Computer</i>	3
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>	6
WHO	<i>World Health Organization</i>	13
IGT	<i>Impaired Glucose Tolerance</i>	13
IFG	<i>Impaired Fasting Glucose</i>	13
IGD	<i>Instalasi Gawat Darurat</i>	14
DM	<i>Diabetes Melitus</i>	15
PCB	<i>Printed Cicuit Board</i>	17
IC	<i>Integreted Circuit</i>	18
USB	<i>Universal Serial Bus</i>	18
RAM	<i>Random Acces Memory</i>	18
EEPROM	<i>Electrically Erasable Programmable Read Only Memory</i>	18
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i>	18
UART	<i>Universal Ansynchronous Receiver Transmitter</i>	18
ROM	<i>Random Only Memory</i>	18
DIP	<i>Dual In Line Packages</i>	21
IDE	<i>Integreted Development Environment</i>	25
ADC	<i>Analog Digital Conwertion</i>	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Daftar Riwayat Hidup.....	57
Lampiran B Kartu Bimbingan	58
Lampiran C Surat Keterangan Tidak Plagiat	59
Lampiran D Surat Keterangan Siap Sidang Skripsi.....	60
Lampiran E Persetujuan Ujian Skripsi.....	61
Lampiran F Surat Rekomendasi Sidang Skripsi	62
Lampiran G Surat Keterangan Revisi Proposal Skripsi.....	63
Lampiran H Halaman Pengesahan dengan Dua Pembimbing	64

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes merupakan penyakit atau kondisi dimana tubuh penderita tidak mampu mengolah karbohidrat yang masuk ke dalam tubuh menjadi sumber tenaga dikarenakan organ pankreas tidak mampu memproduksi hormon insulin. Diabetes yang umum dikenal dengan sebutan kencing manis dapat dikenali dengan gejala seperti: cepat lelah, mudah mengantuk, sering lapar, mudah haus, berat badan turun drastis, mata berkunang-kunang, penglihatan berkurang tiba-tiba dan bila terluka sukar sembuh. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia menjelaskan bahwa diabetes mellitus merupakan penyakit tidak menular yang disebabkan oleh ketidakmampuan tubuh dalam memproduksi hormon insulin atau karena penggunaan yang tidak efektif dari produksi insulin. Adanya peningkatan gula darah merupakan gejala umum yang tidak dapat dikontrol pada penderita diabetes sehingga akhirnya akan membawa dampak yang lebih serius bagi tubuh [1].

Glukosa darah dalam tubuh manusia harus dijaga dalam konsentrasi yang konstan. Kadar glukosa darah dalam tubuh yang meningkat (*hiperglikemia*) dapat menjadi gejala penyakit diabetes mellitus. Dalam penelitian yang dilakukan Ninik Irawati menjelaskan bahwa glukosa merupakan sekelompok senyawa karbohidrat atau monosakarida. Darah manusia mengandung glukosa antara 70 mg/dl sampai 130 mg/dl. Glukosa dalam darah akan bertambah apabila sebelumnya kita memakan makanan yang berkarbohidrat tinggi. Jika glukosa yang terkandung dalam darah manusia dibawah dari 70 mg/dl maka kita mengalami hipoglikimia sedangkan diatas 200 mg/ dl bisa dikatakan *hiperglikimia* [2].

Pengecekan kadar glukosa di laboratorium dilakukan secara *invasive* dan *non-invasive*. Pengujian kadar gula dalam darah saat ini masih menggunakan teknik *invasive* yaitu dengan cara mengambil sample darah pasien dengan menggunakan jarum suntik. Pengukuran gula darah secara *invasive* tidak bisa diterapkan pada semua pasien, pasien yang mengalami gangguan mental atau takut terhadap benda

tajam bukan merupakan sebuah pilihan yang tepat untuk dilakukan. Sedangkan, berbeda dengan pengukuran gula darah dengan menggunakan metode *non-invasive* tidak memerlukan pembedahan untuk mendapatkan sampel darah. Dengan menggunakan LED merah dan *infrared* sebagai sumber cahaya serta sensor fotodiode maka sampel darah dalam tubuh bisa dibaca dan dilakukan pengukuran pada ujung jari. Diketahui saat ini pengecekan gula darah masih banyak dilakukan secara *invasive* (melukai) dengan mengambil sampel darah, yang tentunya hal ini kurang disukai oleh pasien terutama oleh penderita penyakit diabetes melitus karena ditakutkannya bekas luka untuk mengambil darah tersebut akan lama sembuh atau kering.

Beberapa teknik umum ini memiliki kelebihan masing-masing, tetapi memiliki kekurangan yang sama, yaitu harus menggunakan sampel yang berasal dari tubuh manusia dan prosesnya pun akan memerlukan waktu dan tempat yang lebih. Metode secara *invasive* merupakan pencapaian medis yang dirasa belum efektif dikarenakan efek samping yang ditimbulkan seperti rasa sakit, ketakutan, trauma serta infeksi pada luka bekas pengambilan darah. Sehingga untuk memudahkan pengukuran kadar gula darah terutama bagi para penderita diabetes, diperlukan adanya metode yang dapat mengeliminasi ketidak efektifan metode *invasive*. Pada penelitian Yesideviana, Kamarudin dan Heru Wijanarko yang berjudul “Analisis Pengukur Kadar Gula Dalam Darah Secara *Non- Invasive*” , dengan permasalahan penelitian yang membahas bagaimana membuat serta merealisasikan alat pengukur kadar gula darah secara *non- invasive* yang dapat digunakan tanpa perlu dilakukan sterilisasi jari tangan dan melukai salah satu anggota tubuh, dengan metode penelitian yakni dengan menggunakan mode pemasangan sensor secara transmisi, yaitu cara penempatan atau pemasangan sensor (LED sebagai pemancar dan IC OPT101 sebagai penerima) tidak berada pada posisi yang sama. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa alat ini mampu mengukur kadar gula dalam darah secara lebih cepat dikarenakan tidak perlu dilakukan sterilisasi jari tangan serta pergantian jarum lancet dan strip tes dengan kesalahan 8,4% sehingga masih

dapat dijadikan sebagai pengukur kadar gula dalam darah [3]. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan Winda Wirasa, Shifa Okta Aulia dan Frisa Yugi Hermawan yang berjudul Rancang Bangun Alat Pengukur Gula Darah *Non-Invasive* Berbasis Arduino, Prinsip kerja alat ini yakni meletakkan jari pasien ke probe sensor yang berisikan rangkaian *infrared* sebagai sumber cahaya dan sensor fotodioda BPW34 sebagai penerima cahaya. Sebelumnya sudah dilakukan penelitian alat gula darah non-invasif menggunakan LED Hijau *Superbright*, tetapi masih terdapat kekurangan dalam pembacaan hasil pengukuran dikarenakan tingkat keakurasian masih kurang baik. Oleh karena itu dalam penelitian ini dibuat untuk membandingkan alat pengukur gula darah *non-invasive* menggunakan *infrared* dengan alat penelitian sebelumnya. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada satu sampel, lalu hasil pembacaan nilai sensor akan dicetak menggunakan printer thermal. Setelah melakukan pengujian dan pendataan modul, maka didapatkan persentase rata – rata keakurasian pada modul sebesar 97,758%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa modul ini dapat bekerja sesuai dengan perencanaan tetapi alat ini belum dapat digunakan sebagai alat ukur yang akurat [4].

Dalam penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan Marwa Sulehu dan Ahmad Harun Senrimang yang berjudul Program Aplikasi Alat Pengukur Kadar Glukosa dalam Darah *Non-Invasive* berbasis desktop, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan program aplikasi alat pengukur kadar glukosa dalam darah non invasive pada Poliklinik Bhayangkara Resort Pangkep berbasis desktop dimana alat tersebut fungsi utamanya sama dengan alat *glucometer*, dan tidak perlu dilakukan pembedahan untuk pengambilan sampel darah tapi menggunakan sensor fotodioda yang diletakkan pada ujung jari dan sebagai outputnya digunakan *personal computer* (PC). Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa alat pengukur kadar glukosa dalam darah secara *non-invasive* dengan *Infrared* sebagai sumber cahaya serta Fotodioda sebagai sensornya dapat memberikan informasi kadar glukosa dalam darah dengan rata-rata persentase akurasi sebesar 94,9% pada penggunaan jari telunjuk kiri dan hasil pengukuran dapat ditampilkan pada aplikasi berbasis desktop berupa angka, selain itu biodata

pasien beserta hasil pengukuran dapat tersimpan ke dalam database aplikasi [5].

Pada penelitian yang akan dilakukan secara literature yakni membandingkan alat yang telah ada sebelumnya secara *non-invasive* dengan melakukan perbandingan alat asli secara *Invasive* dengan kata lain metode *invasive* memerlukan sampel darah dengan cara mengeluarkan darah setelah jari ditusuk dengan jarum, sedangkan metode *non-invasive* tidak memerlukan pembedahan untuk mendapatkan sampel darah, dengan menggunakan LED dan *infrared* sebagai sumber cahaya serta sensor fotodiode maka sampel darah dalam tubuh bisa dibaca dan dilakukan pengukuran pada ujung jari. Selanjutnya dalam penelitian yang akan dilakukan adalah pengujian alat terhadap variasi kadar gula darah menunjukkan bahwa nilai intensitas cahaya yang diterima sensor fotodiode yang di representasikan oleh nilai tegangan output akan mengalami perubahan seiring dengan berubahnya nilai kadar gula darah, sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor fotodiode dapat berfungsi dengan baik sebagai sensor alat ukur kadar gula darah *non-invasive*. Teknik *non-invasive* dapat diterapkan pada pengukuran kadar gula darah yaitu dengan metode penyinaran pada ujung jari. Penelitian ini mengusulkan penggunaan alat gula darah non-invasif (tanpa melukai tubuh) yang telah ada untuk mengukur nilai gula darah dalam tubuh manusia dengan cara membandingkan alat asli dengan metode *invasive*.

Untuk mengatasi permasalahan yang ada, peneliti tidak menggunakan teknik *invasive* pada pemeriksaan kadar gula darah, akan tetapi peneliti memberikan solusi permasalahan yakni mengembangkan produk yang telah ada sebelumnya yakni sebuah alat yang bisa mendeteksi kadar gula dalam darah tanpa melukai tubuh yaitu dengan metode *non-invasive* dimana dalam penggunaannya dengan *finger sensor* diujung jari memberi kemudahan bagi pasien yang tidak mau diambil sampel darah atau urin dari tubuhnya untuk pengecekan kadar glukosa darah. Metode ini yang menggunakan sensor *photodiode* untuk pengukuran kadar gula darah. Dengan metode *non-invasive*, pengukuran kadar gula darah menjadi lebih akurat, lebih cepat serta hemat dikarenakan tidak adanya limbah strip dan jarum lancet.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis tertarik mengambil judul penelitian “**Analisi Komparasis Pengukuran Gula Darah Secara *invasive* dan *Non Invasive* Dengan Arduino**” dimana pemantauan kadar gula dalam darah bisa dilakukan tanpa melukai bagian tubuh untuk melakukan pengambilan darah, serta mudah digunakan setiap saat penderita ingin melakukan pengecekan dan pemantauan.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diutarakan oleh peneliti, yakni: "Melakukan perbandingan dalam mengimplementasikan alat ukur kadar gula dalam darah secara non-Invasive berbasis arduino terhadap pengecekan kadar gula darah?".

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan judul penelitian yang dibuat, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Kadar gula dalam darah yang diukur sebesar 70-350 mg/dl.
2. Melakukan perbandingan dengan alat yang telah ada sebelumnya dengan alat asli, sehingga dapat menemukan nilai keakuratan dan persentase kesalahan alat yang telah ada sebelumnya.
3. Mengukur tegangan output ketika terhalang dan tidak terhalang oleh cat kuku.
4. Rangkaian tegangan dari setiap komponen telah disesuaikan yakni tegangan input sebesar 5 Volt.
5. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno sebagai pengendali keseluruhan sistem yang berjalan.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui perbandingan nilai pengukuran kadar gula dalam darah secara *invasive* dan *non-invasive*.
2. Untuk mengetahui berapa besar tegangan output yang dihasilkan

ketika jari tangan tertutup oleh cat kuku.

3. Untuk mengetahui nilai keakuratan dan persentase kesalahan alat yang dibuat sebelumnya.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan alat bantu pengukuran kadar gula dalam darah bagi penderita diabetes.
2. Membantu mengetahui jumlah kadar insulin dalam tubuh manusia.
3. Membantu pasien yang takut akan jarum suntik.
4. Memudahkan dalam pengecekan gula darah.

1.5 Metodologi Penelitian

Langkah yang ditempuh untuk mengarah kepada tujuan penelitian ini, maka berikut merupakan metodologi penelitian penelitian yang digunakan.

1. Studi Literatur

Tahap ini merupakan pencarian dan pengumpulan kajian-kajian atau referensi yang berkaitan dengan masalah yang ada dalam penelitian ini yang berupa artikel, jurnal ilmiah, internet dan sumber lain.

2. Analisa

Tahap ini adalah menganalisa permasalahan berdasarkan pengamatan dan sumber-sumber yang ada.

3. Perancangan

Tahap ini merupakan pembuatan rancangan alat berdasarkan sumber yang didapat yaitu menggunakan sensor *photodiode*, LED, baterai, Resistor, LCD dan Arduino Uno *board* sebagai komponen utama. Untuk pemrograman digunakan Arduino IDE sebagai *software* untuk memprogram mikrokontroler.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan dalam proposal skripsi ini, dibuat susunan bab yang sesuai petunjuk yang digunakan untuk penulisan proposal skripsi dengan urutan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan teori-teori, terdiri dari teori utama yang meliputi, pengertian, implementasi, alat pengukur gula darah, pengertian *non-invasive*, pengertian arduino dan teori pendukung lainnya serta dilengkapi dengan kajian pustaka terlebih dahulu.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab ini dijelaskan tahapan-tahapan metode penelitian, terdiri dari identifikasi masalah, tujuan dan manfaat, pengumpulan data, serta deskripsi dari masing-masing tahapan.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Dalam bab ini akan dibahas tentang analisa hasil penelitian dengan landasan teori. Disamping itu juga akan dibahas mengenai permasalahan yang ada selama proses pengujian alat yang telah ada sebelumnya.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran yang berhubungan dengan permasalahan yang telah dibahas.

BAB II LANDASAN TEORI

II.1 Teori Umum

II.1.1 Analisis

Analisis data merupakan salah satu proses penelitian yang dilakukan setelah semua data yang diperlukan guna memecahkan permasalahan yang diteliti sudah diperoleh secara lengkap. Ketajaman dan ketepatan dalam penggunaan alat analisis sangat menentukan keakuratan pengambilan kesimpulan, karena itu kegiatan analisis data merupakan kegiatan yang tidak dapat diabaikan begitu saja dalam proses penelitian. Kesalahan dalam menentukan alat analisis dapat berakibat fatal terhadap kesimpulan yang dihasilkan dan hal ini akan berdampak lebih buruk lagi terhadap penggunaan dan penerapan hasil penelitian tersebut. Dengan demikian, pengetahuan dan pemahaman tentang berbagai teknik analisis mutlak diperlukan bagi seorang peneliti agar hasil penelitiannya mampu memberikan kontribusi yang berarti bagi pemecahan masalah sekaligus hasil tersebut dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

Secara garis besarnya, teknik analisis data terbagi ke dalam dua bagian, yakni analisis kuantitatif dan kualitatif. Yang membedakan kedua teknik tersebut hanya terletak pada jenis datanya. Untuk data yang bersifat kualitatif (tidak dapat diangkakan) maka analisis yang digunakan adalah analisis kualitatif, sedangkan terhadap data yang dapat dikuantifikasikan dapat dianalisis secara kuantitatif, bahkan dapat pula dianalisis secara kualitatif [6].

II.1.2 Komparasi

Dikutip dari KBBI arti komparasi adalah perbandingan. Istilah komparasi pada umumnya digunakan untuk membandingkan dua hal atau lebih. Komparasi dilakukan dengan berbagai tujuan, salah satunya adalah untuk melihat perbedaan dari objek komparasi yang ada. Pada penelitian, komparasi juga digunakan yaitu dengan membandingkan berbagai variabel yang ada. Hal ini bertujuan untuk

menemukan perbedaan atau persamaan dari objek dalam komparasi [7].

II.1.3 Pengukuran

Pengukuran adalah suatu kegiatan yang ditujukan untuk mengidentifikasi besar kecilnya obyek atau gejala (Hadi, 1995). Pengukuran dapat dilakukan dengan dua cara; 1) menggunakan alat-alat yang standar, 2) menggunakan alat-alat yang tidak standar.

Suryabrata (1984) mendefinisikan secara sederhana bahwa pengukuran terdiri atas aturan-aturan untuk mengenakan bilangan-bilangan kepada sesuatu obyek untuk mempresentasikan kuantitas atribut pada obyek tersebut. Cronbach yang dikutip oleh Mehren (1973) mendefinisikan pengukuran sebagai suatu prosedur yang sistematis untuk mengamati perilaku seseorang dan menggambarkannya dengan bantuan skala numerik atau sistem pengkategorian. Hamalik (1989), menyatakan bahwa kualitas dan kuantitas hasil pengukuran itu banyak bergantung pada jenis dan mutu alat ukur yang digunakan.

Menurut Umar (1991) pengukuran adalah suatu kegiatan untuk mendapatkan informasi data secara kuantitatif. Hasil dari pengukuran dapat berupa informasi-informasi atau data yang dinyatakan dalam bentuk angka ataupun uraian yang sangat berguna dalam pengambilan keputusan, oleh karena itu mutu informasi haruslah akurat.

Berdasarkan pendapat-pendapat diatas, dapat disimpulkan bahwa pengukuran adalah suatu prosedur yang sistematis untuk memperoleh informasi data kuantitatif baik data yang dinyatakan dalam bentuk angka maupun uraian yang akurat, relevan, dan dapat dipercaya terhadap atribut yang diukur dengan alat ukur yang baik dan prosedur pengukuran yang jelas dan benar [8].

II.1.4 Darah

Darah adalah jaringan cair yang terdiri atas dua bagian inter seluler alah cairan yang disebut plasma dan didalamnya terdapat unsur-unsur padat yaitu sel darah. Volume

darah secara keseluruhan dari berat badan atau kira-kira 5 liter, sekitar 55 persennya adalah cairan, sedangkan 45 persen sisanya terdiri dari atas sel sel darah. Darah merupakan komponen esensial makhluk hidup, mulai dari hewan-manusia [9]. Bakta 2017 menambahkan bahwa darah selalu berada dalam pembuluh darah sehingga dapat menjalankan fungsinya sebagai pembawa O₂ (*oxygen 6 carrier*), mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi, dan mekanisme hemostasis.

II.1.4.I Komponen Darah

1. Sel darah merah

Sel darah merah memiliki tugas untuk mengangkut oksigen serta menyebarkannya ke seluruh tubuh. Melalui sel darah merah, oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh akan terpenuhi dengan baik. Akan tetapi, hal sebaliknya juga dapat terjadi. Ketika ketika sel darah merah dalam tubuh manusia mengalami kekurangan, maka manusia akan mengalami anemia.

Sel darah merah atau eritrosit adalah sel yang sangat penting untuk makhluk hidup. Sel eritrosit termasuk sel yang terbanyak di dalam tubuh manusia. Dalam keadaan fisiologik, darah selalu berada dalam pembuluh darah sehingga dapat menjalankan fungsinya sebagai pembawa oksigen, mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi dan mekanisme hemostatis. Darah terdiri dari dua komponen utama, pertama plasma darah yaitu bagian darah yang terdiri dari air, elektrolit dan protein darah, kedua sel-sel darah merah yang terdiri dari sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit) dan keping darah (trombosit) [9].

2. Sel darah putih

Sel darah putih memiliki fungsi sebagai antibiotik. Artinya sel darah putih akan melawan penyakit yang bisa saja menyerah tubuh manusia. Sel darah putih biasanya akan digunakan untuk menjaga kekebalan tubuh manusia. Jika seseorang kekurangan sel darah putih, hal itu akan mengakibatkan orang tersebut mudah merasa lesu, letih atau lelah. Hal tersebut terjadi karena

kekebalan tubuh yang dimiliki oleh orang itu tidak seimbang. Terdapat sekitar 7.000 sampai 25.000 sel darah putih yang ada pada tubuh manusia. Sel darah putih bekerja dengan mencari benda asing. Bila dalam perjalanan itu sel darah putih menemukan sebuah benda asing yang terdapat di dalam darah, maka akan bekerja untuk menyerang benda asing tersebut [10].

Sel leukosit mempunyai peranan penting, leukosit menyediakan pertahanan yang cepat dan kuat terhadap setiap bahan infeksius yang mungkin ada. Peningkatan leukosit dijumpai pada infeksi yang disebabkan bakteri maupun mikroba lain yang infeksius dan toksik. Pada radang akut yang berperan yaitu netrofil dan monosit. Sedangkan yang radang kronik yang berperan yaitu makrofag dan limfosit [11].

Selain itu, kandungan di dalam sel darah putih juga akan memakan bakteri-bakteri yang masuk. Bakteri yang masuk ke sistem peredaran darah akan dimakan oleh sel-sel darah putih tersebut.

3. Plasma darah

Sel darah lainnya yaitu plasma darah. Plasma darah berwarna agak kekuning-kuningan. Akan tetapi, warna kuning yang ada pada plasma darah ini jernih dan bening. Plasma darah juga memiliki beberapa zat yang bermanfaat untuk tubuh manusia. Zat-zat yang dibawa oleh plasma darah adalah mineral, hormone, antibody, karbon dioksida atau zat sisa, dan sisa pembongkaran protein. Dari plasma darah ini akan mengangkut sisa zat-zat yang tidak berfungsi tersebut. Kemudian zat-zat itu akan diserap pada usus halus [12].

4. Trombosit

Trombosit atau keping darah adalah fragmen sitoplasmik tanpa inti berdiameter 2-4µm berbentuk cakram bikonveks yang terbentuk dalam sumsum tulang. Produksi trombosit berada dibawah kontrol zat humoral yang dikenal sebagai trombopoietin. Trombosit dihasilkan dari pecahan fragmen megakariosit dengan setiap megakariosit menghasilkan 3000-4000 trombosit [13].

Trombosit adalah fragmen sitoplasma megakariosit yang tidak berinti dan terbentuk di sumsum tulang. Trombosit matang berukuran 2-4 um, berbentuk cakram bikonkaf. Setelah keluar sumsum tulang, sekitar 20-30% trombosit mengalami sekuestrasi di limpa [10]. Jumlah trombosit adalah 150.000-450.000 sel/mm³darah. Masa hidupnya 8-10 hari, setelah itu keping darah akan dibawa ke limpa untuk dihancurkan. Sisa-sisa sel tersebut akan dimakan oleh makrofag.

II.1.4.2 Kadar Gula Darah

Kadar glukosa darah adalah jumlah glukosa (gula) dalam darah. Kadar glukosa darah juga sering disebut sebagai kadar glukosa plasma. Kadar glukosa darah dinyatakan dalam ukuran milimol per liter (mmol/l), ini merupakan satuan standar internasional. Sedangkan di Indonesia kita lebih sering menggunakan satuan miligram per desiliter (mg/dL). Kadar gula darah adalah terjadinya suatu peningkatan setelah makan dan mengalami penurunan di waktu pagi hari bangun tidur. Bila seseorang dikatakan mengalami hyperglycemia apabila keadaan kadar gula dalam darah jauh diatas nilai normal, sedangkan *hypoglycemia* suatu keadaan kondisi dimana seseorang mengalami penurunan nilai gula dalam darah dibawah normal.

Umumnya kadar glukosa darah berada kisaran 4 sampai 8 mmol/l (72 sampai 144 mg/dl), namun biasanya akan lebih tinggi setelah makan dan mencapai titik terendah di saat pagi hari. Pada penyakit diabetes, kadar glukosa darah naik secara signifikan sehingga membutuhkan perawatan. Ketika kadar glukosa darah terlalu tinggi dan telah berlangsung selama bertahun-tahun, maka akan mengakibatkan kerusakan pada pembuluh darah kecil. Kerusakan pada pembuluh darah kecil akan meningkatkan risiko-risiko komplikasi diabetes, seperti:

1. Retinopati (penyakit mata)
2. Nefropati (penyakit ginjal)
3. Neuropati (penyakit saraf)
4. Penyakit kardiovaskular, seperti serangan jantung, hipertensi,

gagal jantung, stroke, dan masalah yang disebabkan oleh sirkulasi darah yang buruk.

Ada diabetes tipe 1, komplikasi-komplikasi dapat muncul dalam waktu 10 hingga 15 tahun sejak didiagnosis. Sedangkan pada diabetes tipe 2, komplikasi-komplikasi ini sering muncul setelah 10 tahun sejak didiagnosis, karena jenis diabetes yang satu ini sering telah muncul bertahun-tahun sebelum disadari. Dengan menjaga kadar glukosa darah di level yang normal, maka otomatis akan secara signifikan menurunkan risiko komplikasi-komplikasi di atas. Adapun kriteria diagnosis untuk gangguan kadar gula darah. Pada ketetapan terakhir yang dikeluarkan oleh WHO (Dalam pertemuan tahun 2005) yakni:

Tabel II.1 Kriteria Diagnosis Untuk Gangguan Kadar Gula Darah [14].

Metode Pengukuran	Kondisi Kadar Gula dalam Darah			
	Normal	Diabetes	IGT	IFG
Gula Darah Puasa	< 6.1 mmol/l < 110 mg/dl	≥ 7.0 mmol/l ≥ 126 mg/dl	< 7.0 mmol/l < 126 mg/dl	6.1 ≤ X < 7.0 mmol/l 110 ≤ X < 126 mg/dl
Gula Darah 2Jam Setelah Makan	< 7.8 mmol/l < 140 mg/dl	≥ 11.1 mmol/l ≥ 200 mg/dl	7.8 ≤ X < 11.1 mmol/l 140 ≤ X < 200 mg/dl	< 7.8 mmol/l < 140 mg/dl (jika diukur)

Ada kondisi dimana seseorang mengalami gangguan kadar gula dalam darahnya dan dimasukkan dalam kelompok IGT (*Impaired Glucose Tolerance* = Toleransi Glukosa Terganggu). IGT oleh WHO didefinisikan sebagai kondisi dimana seseorang mempunyai resiko tinggi untuk terjangkit diabetes walaupun ada kasus yang menunjukkan kadar gula darah dapat kembali ke keadaan normal. Ada juga kelompok IFT (*Impaired Fasting Glucose* = Glukosa Puasa Terganggu).

IFG sendiri mempunyai kedudukan hampir sama dengan IGT. Bukan entitas penyakit akan tetapi sebuah kondisi dimana tubuh tidak dapat memproduksi insulin secara optimal dan terdapatnya gangguan mekanisme penekanan pengeluaran gula dari hati ke dalam darah. Ninik Irawati 2012 menyebutkan bahwa glukosa darah dalam tubuh manusia harus dijaga dalam konsentrasi yang konstan. Kadar glukosa darah dalam tubuh yang meningkat (hiperglikemia) dapat menjadi gejala penyakit diabetes melitus.

Dalam penelitian yang dilakukan Ninik Irawati menjelaskan bahwa glukosa merupakan sekelompok senyawa karbohidrat atau monosakarida. Darah manusia mengandung glukosa antara 70 mg/dl sampai 130 mg/dl. Glukosa dalam darah akan bertambah apabila sebelumnya kita memakan makanan yang berkarbohidrat tinggi. Jika glukosa yang terkandung dalam darah manusia dibawah dari 70 mg/dl maka kita mengalami hipoglikimia sedangkan diatas 200 mg/ dl bisa dikatakan *hiperglikimia*.

II.1.5 Glucometer

Untuk memeriksa kadar glukosa darah maka dibutuhkan peralatan laboratorium. Kabar baiknya, saat ini telah banyak dijual alat pemeriksa kadar glukosa darah yang cepat dan mudah digunakan di rumah. Umumnya alat pemeriksa kadar glukosa darah atau sering disebut dengan *glucometer* terdiri dua item, alat pengukur dan strip.

Glucometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kadar glukosa darah, yang mana sering digunakan untuk memantau atau memonitoring tingkat glukosa darah seseorang. Penggunaan *glucometer* di sering digunakan di instalasi rawat inap, laboratorium, IGD dan penggunaan secara mandiri oleh orang-orang yang tidak memiliki latar belakang pendidikan laboratorium. Setetes darah yang diperoleh dari fungsi kapiler diterapkan pada tes strip. Reaksi ini terjadi antaradarah dan reagen dalam tes strip dan mengubah reaksinya untuk hasil kuantitatif yang sebenarnya [15].

Secara gampang, untuk memeriksa kadar glukosa darah dengan glucometer cukup mudah. Hanya memasukkan strip ke dalam alat pengukur, lalu tempatkan sedikit darah pada stripnya. Hasilnya akan segera muncul di layar alat pengukur.

Dalam mengambil darah untuk mengukur kadar glukosa darah, sebaiknya menggunakan lancet khusus (dijual di apotik) agar luka pada jari tepat sasaran dan efisien, dan selalu memperhatikan kebersihan dan cara penggunaan yang disertakan dalam kemasan *glucometer*. Kadar glukosa darah yang normal, berkisar antara:

1. 4 sampai 7 mmol/l (72 sampai 126 mg/dl) sebelum makan.
2. Kurang dari 10 mmol/l (180 mg/dl) 90 menit setelah makan.
3. Sekitar 8 mmol/l (144 mg/dl) pada saat tidur.

Seberapa sering seseorang harus mengukur kadar glukosa darah tergantung dari pola hidup seseorang. Kebutuhan pemeriksaan kadar glukosa darah pada orang dengan diabetes yang aktif bergerak berbeda dengan orang yang sepanjang hari hanya duduk di depan komputer.

Kebutuhan pengukuran kadar glukosa darah pada penderita diabetes tipe 1 dan diabetes tipe 2 juga berbeda. Selain itu, kebutuhan pengukuran juga dipengaruhi dari terapi diabetes yang digunakan, apakah penderita menggunakan suntikan insulin atau obat diabetes oral.

Namun, satu hal yang sangat disarankan bagi penderita diabetes adalah selalu mengukur kadar glukosa darah pada saat merasa tidak enak badan atau mengira kadar glukosa darah tinggi atau rendah. Berikut kartu indikator glukosa darah.

Kartu Indikator Glukosa Darah
(mmol/L - mg/dL)

mmol/L	mg/dL	mmol/L	mg/dL	mmol/L	mg/dL
1.1	20	7.1	128	13.9	250
1.5	27	7.5	135	15.0	270
2.0	36	7.8	140	16.0	288
2.2	40	8.0	145	16.6	300
2.5	45	8.3	150	17.0	306
2.8	50	8.9	160	18.0	325
3.0	54	9.0	162	19.0	342
3.3	60	9.4	170	20.0	360
3.9	70	10.0	180	20.8	375
4.0	72	10.1	182	22.2	400
4.4	80	10.5	189	23.0	414
4.7	85	11.0	196	24.0	432
5.0	90	11.1	200	25.0	450
5.5	100	11.5	207	26.4	475
6.0	108	12.0	216	27.0	486
6.1	110	12.5	225	27.7	500
6.7	120	13.0	234	30.0	540
7.0	126	13.8	248	33.3	600

■ Rendah
■ Normal
■ Perbatasan
■ Tinggi
■ Berbahaya

Normal berarti kadar glukosa darah normal pada seorang sehat.
Kartu ini hanya untuk referensi. Tanyakan kepada dokter Anda untuk
mendapat instruksi tepat mengenai tingkat glukosa darah Anda.

Gambar II.1 Kartu Indikator Glukosa Darah [16].

II.1.6 Diabetes Melitus

Diabetes Mellitus atau DM adalah suatu kelompok penyakit metabolik yang dapat ditandai dengan adanya kadar gula yang tinggi di dalam darah (hiperglikemia), yang disebabkan dari gangguan sekresi insulin serta menurunnya insulin. Diabetes (diabetes melitus) adalah suatu penyakit metabolik yang diakibatkan oleh meningkatnya kadar glukosa atau gula darah. Gula darah sangat vital bagi kesehatan karena merupakan sumber energi yang penting bagi sel-sel dan jaringan. Penyakit ini dibagi menjadi beberapa tipe, yaitu:

1. Diabetes tipe 1, di mana sistem daya tahan tubuh menyerang dan menghancurkan sel beta di pankreas yang memproduksi insulin.
2. Diabetes tipe 2, di mana sel beta di pankreas tidak memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup, atau sel-sel tubuh tidak menunjukkan respons terhadap insulin yang diproduksi.
3. Diabetes gestasional, yakni diabetes yang terjadi saat kehamilan.
4. Diabetes tipe lain, yang dapat timbul.

Data dari Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Kementerian Kesehatan Republik

Indonesia menunjukkan bahwa pada tahun 2013, sekitar 6,9% penduduk Indonesia dianggap mengalami diabetes. Jika tidak dikelola dengan baik, diabetes dapat menyebabkan terjadinya berbagai komplikasi, seperti penyakit jantung koroner, stroke, obesitas, serta gangguan pada mata, ginjal, dan saraf. Selain itu, diabetes juga dapat menyebabkan terjadinya fluktuasi kadar gula darah dalam tubuh. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan (hipoglikemia) atau peningkatan kadar gula darah (hiperglikemia) secara tiba-tiba.

II.1.7 Metode *Invasive*

Jumlah penderita diabetes semakin hari semakin bertambah besar dimana untuk mengetahui seseorang mengidap penyakit diabetes adalah dengan menguji kadar gula dalam darah. Alat pengukur glukosa darah berdasarkan aspek perusakan bagian tubuh dapat dibedakan menjadi dua macam, yakni *invasive* (merusak) dan *non-invasive* (tidak merusak). Metode *invasive* melibatkan proses pengambilan darah baik melalui pembuluh darah perifer maupun pembuluh darah vena [17].

Proses pengambilan darah ini sangat berisiko diantaranya dapat menimbulkan memar pada kulit, pembengkakan, kemerahan serta dapat menimbulkan ketidaknyamanan dan rasa sakit. Bahkan pada sebagian orang dapat menimbulkan rasa traumatis sehingga tidak heran bila beberapa calon penerima pengukuran menolak untuk menerima proses pengambilan darah. Alat ukur glukosa darah yang beredar di masyarakat saat ini merupakan alat *glucometer* yang bekerja secara *invasive*. Dibutuhkan metode baru yang dapat mengukur kadar glukosa darah yang dapat mengatasi kelemahan dari metode *invasive* yang ada saat ini.

II.1.8 Metode *Non Invasive*

Non-Invasive adalah diagnosis atau pengobatan yang diberikan tanpa harus melakukan penetrasi pada jaringan tubuh. Metode *non-invasive* yakni metode pengukuran biomarker tubuh yang tidak menerapkan perusakan bagian tubuh untuk mendapatkan sampel darah [18].

Metode spektroskopi merupakan metode pengukuran kadar glukosa darah non-invasif yang dilaporkan paling banyak digunakan. Pengukuran secara non-invasif atau tanpa melukai tubuh ini memanfaatkan fenomena optik berupa terjadinya penyerapan cahaya pada panjang gelombang spesifik glukosa darah. Teknik sampling non invasive lainnya dapat dilakukan untuk pemeriksaan kadar gula darah secara kuantitatif menggunakan metode elektrometri diantaranya voltammetri dan potensiometri. Metode ini mampu mendeteksi kadar glukosa darah hingga konsentrasi 1 mg/dL. Nilai tersebut berada pada kisaran hingga 100 kali lebih rendah dibandingkan metode kuantitatif yang digunakan pada laboratorium medis. Dengan demikian pengambilan sampel darah tidak perlu dilakukan melalui pembuluh darah perifer atau vena, melainkan dengan cara menusuk jari dengan jarum kemudian mengambil setetes darah yang keluar dari jari dan mengencerkannya hingga volume yang diperlukan.

Intrumentasi alat ukur gula darah secara *non-invasive* dalam rangka mendukung peningkatan layanan kesehatan yang memenuhi standar keamanan dan keselamatan dengan tahapan metodologi perencanaan desain, perancangan untuk perangkat keras, perancangan perangkat lunak, integrasi *system* dan pengujian keamanan. Desain *prototype* alat ukur gula darah secara *non-invasive* ini menggunakan perangkat lunak protel untuk membuat desain *layout schematic* rangkaian dan desain *layout schematic* PCB.

II.1.9 Arduino

Arduino adalah mikrokontroler *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, mempunyai fleksibilitas yang tinggi baik dari segi *software* maupun *hardware* untuk memudahkan rancang bangun elektronik dala berbagai bidang [19]. Arduino menggunakan IC ATMega sebagai IC program dan *software* nya memiliki bahasa pemrograman sendiri yang sering disebut bahasa processing. Bahasa ini sangat mirip dengan bahasa C, namun penulisannya mendekati bahasa manusia. Arduino merupakan papan-tunggal mikrokontroler serba guna yang bisa diprogram

dan bersifat *open-source*. Platform Arduino sekarang ini menjadi sangat populer dengan pertambahan jumlah pengguna baru yang terus meningkat. Hal ini karena kemudahannya dalam penggunaan dan penulisan kode program. Tidak seperti kebanyakan papan sirkuit pemrograman sebelumnya, Arduino tidak lagi membutuhkan perangkat keras terpisah (disebut *programmer* atau *downloader*) untuk memuat atau meng-*upload* kode baru ke dalam mikrokontroler cukup dengan menggunakan kabel USB untuk memulai menggunakan Arduino [20].

Arduino ialah sebuah single board yang memiliki *pin power*, input/output digital, analog, mikrokontroler, RAM (Random Access Memory), EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*), Komunikasi Serial seperti SPI(*Serial Peripheral Interface*), UART(*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*) dan I2C(*Inter Integrated Circuit*), ROM(*Random Only Memory*), serta USB type B yang digunakan untuk meng-*upload* program ke Arduino [21]. Arduino sendiri merupakan perkembangan dari sebuah Atmega (mikrokontroler), untuk mengaktifkan pin input/output digital ataupun analog Arduino harus diprogram terlebih dahulu dengan menggunakan bahasa program seperti bahasa BASIC, Python, C dan Arduino. Arduino mempunyai bahasa pemrograman sendiri yaitu bahasa pemrograman Arduino. Bahasa pemrograman Arduino merupakan implementasi dari bahasa C dan C++ yang sudah disederhanakan dengan sedemikian mungkin. Sehingga para pengguna dapat lebih mudah untuk berinteraksi dengan Arduino. Arduino memiliki software sendiri bernama Arduino IDE. Dengan menggunakan software tersebut, kita dapat memberikan instruksi kepada Arduino sesuai apa yang kita inginkan.

Arduino merupakan perangkat keras sekaligus perangkat lunak yang memungkinkan siapa saja melakukan pembuatan *prototype* suatu rangkaian elektronika yang berbasis mikrokontroler dengan mudah dan cepat. Dari sisi perangkat lunak, Arduino IDE adalah *tool* yang bermanfaat untuk menuliskan program (yang secara khusus dinamakan sketsa di Arduino), mengompilasinya, dan sekaligus mengunggahnya ke papan Arduino [22]. Melihat perkembangan

dipasaran sekarang Arduino sudah sangat pesat berkembang, sehingga terdapat beberapa jenis *board* Arduino seperti Arduino Uno, Arduino Mega2560, Arduino Nano, Arduino Promini, Arduino Lylipad, Arduino Leonardo dan sebagainya. Arduino dapat digunakan untuk mengembangkan obyek interaktif mandiri atau dapat dihubungkan ke perangkat lunak pada komputer anda (seperti *Flash*, Pengolahan, atau Max / MSP). Rangkaiannya dapat dirakit dengan tangan atau dibeli. IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino bersifat *open source*.

II.2 Teori Khusus

II.2.2 Perangkat Keras

Perangkat keras adalah salah satu atau bagian dari sebuah komputer yang sifat alatnya bisa dilihat dan diraba secara langsung atau yang berbentuk nyata, yang berfungsi untuk mendukung proses kerja komputer atau komputerisasi [22].

Proses komputerisasi pada mikrokontroller Arduino Uno bertugas untuk mengolah data dari sensor untuk kemudian ditampilkan pada LCD sebagai output sebagai informasi kadar gula darah pada tubuh. Untuk menunjang portabilitas dari alat ini penulis merancang alat ini supaya lebih mudah dibawa kemana saja sehingga pasien diabetes melitus bisa menggunakan alat ini kapan saja dan dimana saja. Adapun untuk menunjangnya penulis menggunakan Arduino Uno, LED sebagai sumber cahaya, sensor *photodiode*, LCD 16x2, dan baterai sebagai sumber tegangan, serta modul isi ulang baterai.

II.2.2.2 Sumber Tegangan

Sumber tegangan atau catu daya atau sering disebut dengan *power supply* adalah sebuah piranti yang berguna sebagai sumber listrik untuk piranti lain [23]. Komponen elektronik membutuhkan sumber tegangan untuk beroperasi, karenanya penulis menggunakan *power supply* atau catu daya dengan adaptor 5V sesuai dengan kebutuhan untuk mengoperasikan board mikrokontroler Arduino Uno yang penulis gunakan. Untuk mendukung alat ini untuk mudah dibawa penulis menggunakan baterai 9V yang dihubungkan pada pin VIN.

II.2.2.3 Komponen Elektronika

Sebuah rangkaian elektronik terdiri dari beberapa komponen elektronik baik komponen yang berdiri sendiri maupun board mikrokontroler. Penulis membutuhkan beberapa komponen elektronika tambahan di board mikrokontroler yang penulis gunakan sebagai berikut :

1. Resistor

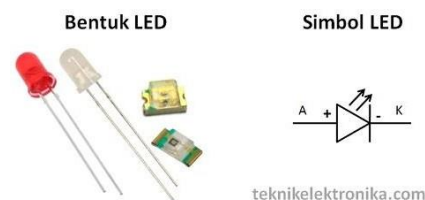
Resistor disebut juga dengan tahanan atau hambatan, merupakan komponen pasif elektronika yang berfungsi untuk membatasi arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian listrik [24]. Resistor atau hambatan berfungsi sebagai menghambat atau mengurangi arus listrik yang mengalir pada rangkaian elektronik.



Gambar II.2 Resistor [25].

2. LED (*Light Emitting Diode*)

LED Inframerah adalah sejenis lampu kecil yang memiliki dioda yang akan memancarkan cahaya inframerah apabila diberi arus. Sinyal inframerah dikirimkan tidak akan dapat dilihat oleh mata kita, karena sinar inframerah tidak termasuk gelombang elektromagnetik pada spectrum cahaya tampak. Namun sinar tersebut dapat terbaca oleh sensor *photodiode* [26].



Gambar II.3 *Light Emitting Diode* [27].

3. Sensor *Photodiode*

Sensor *Photodiode* adalah suatu jenis dioda yang resistansinya akan berubah-ubah apabila terkena sinar cahaya. Resistansi dari *photodiode* dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterimanya, semakin banyak cahaya yang diterima maka semakin kecil resistansi dari *photodiode* dan begitu pula sebaliknya jika semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima oleh sensor *photodiode* maka semakin besar nilai resistansinya [28]. Perubahan nilai resistansi ini yang penulis sebagai acuan untuk menentukan kadar gula darah dengan mengolah data yang didapat dari sensor *photodiode*.

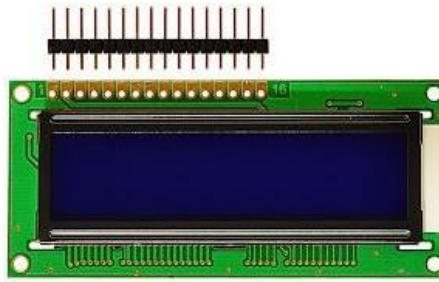


Gambar II.4 *Photodiode* [29].

4. LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Dipasaran tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM (*Random Memory*) dan sebagainya [30]. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan back light.



Gambar II.5 LCD (*Liquid Crystal Display*) [31].

5. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran (I/O) serta pengendali (kontrol) dengan suatu program yang dapat ditulis dan dihapus dengan cara khusus [32].

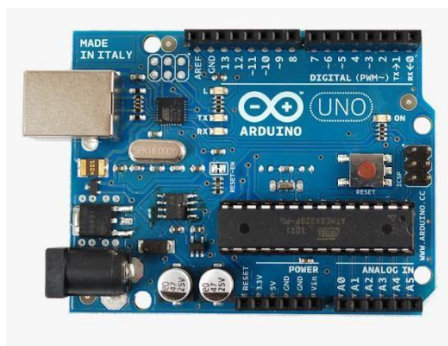
Mikrokontroler berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronika dan pada umumnya dapat menyimpan program yang pada dasarnya menggunakan bahasa assembler. Saat ini mikrokontroler dapat diprogram dengan menggunakan bahasa tingkat tinggi seperti BASIC, PASCAL atau C. Agar semua mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum.

Untuk membuat sistem minimal paling tidak dibutuhkan sistem *clock* dan *reset*, walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem clock internal, sehingga tanpa rangkaian eksternal pun mikrokontroler sudah beroperasi. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serbaguna yang digunakan dalam sebuah *personal computer* (PC), karena sebuah mikrokontroler pada umumnya telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O. Mikrokontroler cenderung beroperasi pada manipulasi bit, sedangkan mikroprosesor cenderung beroperasi pada operasi *byte* (8bit).

6. Arduino

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM (*Puls With Modulation*) dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP *header*, dan tombol reset [33].

Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai *input* dan *output*, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalwrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor *pull-up* (terputus secara *default*) 20-50 kOhm.



Gambar II.6 Bagian Arduino Uno [34].

Karakteristik dan struktur arduino adalah:

- a. *Integrated Development Environment (IDE)* arduino merupakan multi platform, yang dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, seperti Windows dan Linux. IDE adalah program komputer yang memiliki beberapa fasilitas yang diperlukan dalam pembangunan perangkat lunak.
- b. Pemrograman arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan port *Universal Serial Bus (USB)* bukan *port serial*.
- c. Arduino adalah *hardware* dan *software open source* atau sumber terbuka

yaitu sistem pengembangan yang tidak dikoordinasi oleh individu atau lembaga pusat, tetapi oleh para pelaku yang bekerja sama dengan memanfaatkan kode sumber (*source code*).

- d. Biaya *hardware* cukup terjangkau sehingga tidak terlalu menakutkan untuk membuat kesalahan

II.2.3 Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*software*) adalah program yang berisi kumpulan instruksi untuk melakukan proses pengolahan data [35]. Perangkat lunak atau *software* yang digunakan dalam Implementasi Alat Ukur Kadar Gula Dalam Darah Secara *Non-Invasive* Menggunakan Arduino adalah Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) yang menggunakan bahasa C.

II.2.3.1 Bahasa Pemrograman

Bahasa pemrograman adalah bahasa komputer yang digunakan dalam menulis program. Dalam buku Iswanto, disebutkan bahwa bahasa C pertama kali digunakan di komputer *Digital Equipment Corporation* PDP-11 yang menggunakan sistem operasi UNIX C adalah bahasa yang standar, artinya suatu program yang ditulis dengan bahasa C tertentu akan dapat dikonversi dengan bahasa C yang lain dengan sedikit modifikasi, Standar bahasa C yang asli adalah standar dari UNIX [36].

II.2.3.2 Arduino IDE

Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, mengupload ke *board* yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan *library* C/C++ (*wiring*), yang membuat operasi *input/output* lebih mudah [37].

```

sketch_jan12a | Arduino 1.5.7
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jan12a$
#include<AVR.h> ----- deklarasi awal program
int Lampui = 3;

void setup()
{ pinMode(Lampui, OUTPUT); } ----- bagian setup

void loop()
{ digitalWrite(Lampui, HIGH); ----- program utama
  delay(1000);
  digitalWrite(Lampui, LOW);
  delay(1000);
}

```

Gambar II.7 Sketch Arduino IDE [38].

II.3 Analisis Kesalahan Alat

Dalam menentukan nilai pada sebuah alat diperlukan suatu metode yang dapat menghitung besaran kesalahan alat yang kita gunakan. Dalam sebuah kinerja dari alat ukur kadar gula dalam darah baik secara metode *Invasive* ataupun *Non-Invasive* dapat dihitung nilai presentasi kesalahan alat. Dilansir dari halaman web *Wiki How* menyebut bahwa rumus sederhana menganalisis kesalahan pada sebuah alat adalah sebagai berikut:

$$\%error = \frac{\text{Data Pengukuran} - \text{Data Gula darah}}{\text{Data Gula Darah Sebenarnya}} = 100\% \quad [39].$$

Adapun beberapa penelitian yang relevan menggunakan rumus diatas yakni pada penelitian Haryono dan Hambali yang berjudul tentang "Perancangan Alat Pengukur Kadar Gula dalam Darah Menggunakan Teknik *Non-Invasive* Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno" [40].

II.4 Penelitian Terdahulu

Tabel II.2 Penelitian Terdahulu.

No.	Tahun	Penulis	Judul	Hasil Bahasan
1.	2018	Marwa Sulehu, Ahmad Harun Senrimang	Program Aplikasi Alat Pengukur Kadar Glukosa Dalam Darah <i>Non-Invasive</i> Berbasis Dekstop.	Penelitian tersebut menunjukkan bahwa alat pengukur kadar glukosa dalam darah secara <i>non-invasive</i> dengan infrared sebagai sumber cahaya serta fotodiode sebagai sensornya dapat memberikan informasi kadar glukosa dalam darah dengan persentase akurasi sebesar 94,4% pada penggunaan jari telunjuk kiri dan hasil pengukuran dapat ditampilkan pada aplikasi berbasis desktop berupa angka.
2.	2019	Haryono Suryono, Hambali	Perancangan Alat Pengukur Kadar Gula Dalam Darah Menggunakan Teknik <i>Non-Invasive</i> Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.	Penelitian tersebut menunjukkan bahwa hasil perhitungan persentase kesalahan atau <i>error</i> rata-rata sebesar 2,14% dan keakuratan pembacaan sekitar 97,86%. Sehingga alat ukur gula darah secara <i>non-invasive</i> ini tidak dapat dijadikan sebagai nilai kadar gula darah yang terukur pada alat yang sebenarnya. Tetapi realisasi alat ukur gula darah ini masih bisa menentukan perkiraan kasar tinggi rendahnya kadar gula darah secara <i>non-invasive</i> .
3.	2020	Yesideviana, Kamarudin, Heru Winarko	<i>Analisis Pengukur Kadar Gula Dalam Darah Secara Non-</i>	Penelitian tersebut menunjukkan bahwa alat ini mampu mengukur kadar gula dalam darah secara lebih cepat dikarenakan tidak perlu dilakukan sterilisasi jari

No.	Tahun	Penulis	Judul	Hasil Bahasan
			<i>Invasive.</i>	tangan serta pergantian jarum lancet dan strip tes dengan kesalahan 8,4% sehingga masih dapat dijadikan sebagai pengukur kadar gula dalam darah.
4.	2021	Domichen Harry Matheus, Periyadi, Mia Rosmiati	Perancangan Dan Implementasi Alat Pengukur Kadar Gula Darah Dan Tekanan Darah Berbasis Arduino.	Penelitian tersebut dapat dibangun alat pengukur gula darah dengan metode non-invasive dengan tingkat keakurasian sebesar 96,02% dan alat pengukur tekanan darah dengan besar nilai selisih sistol 8 dan diastol 9 dan juga alat pengukur gula darah dan tekanandarah yang bisa menampilkan hasil diagnosa pasien.
5.	2022	Winda Wirasa, Shifa Okta Aulia, Frisa Yugi Hermawan	Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Gula Darah <i>Non-Invasive</i> Berbasis Arduino Uno	Penelitian tersebut membuktikan bahwa penggunaan LED inframerah memiliki tingkat keakurasian lebih baik dalam pengukuran kadargula darah tetapi belum dapat digunakan sebagai alat ukur yang akurat.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

III.1 Jenis Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk memahami fenomena-fenomena sosial. Metode penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan data dan informasi adalah metode studi pustaka, yaitu pengumpulan data dan informasi dengan cara membaca buku-buku referensi, *e-book* dan *website*.

1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian saintifik yaitu pendekatan penelitian berdasarkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

2. Sumber Data

Sumber data pada penelitian ini adalah dengan cara memperoleh dari buku artikel, *e-book*, *website* dan masalah-masalah yang terjadi pada masyarakat.

3. Metode Pengumpulan Data

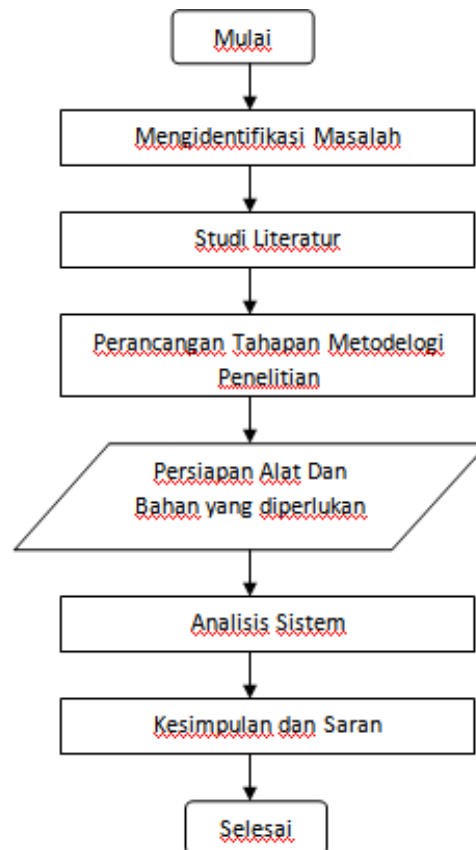
Metode pengumpulan data yang penulis lakukan adalah dengan cara studi pustaka. Yaitu melakukan pengumpulan data dengan mempelajari referensi buku-buku, artikel dan internet yang berhubungan dengan alat pendeteksi kadar gula dalam darah berbasis Arduino.

III.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada penelitian ini dimulai dengan membuat model sistem yaitu membuat diagram blok, *flowchart*, dan pembuatan skema rangkaian perangkat keras. Lalu dilanjutkan dengan perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

III.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini yang digunakan yaitu penelitian dan pengembangan yang berupa pengujian alat dan bisa juga merupakan penyempurnaan produk yang sudah ada. Berikut adalah *flowchart* tahapan penelitian yang digunakan.



Gambar III.1 *Flowchart* Penelitian.

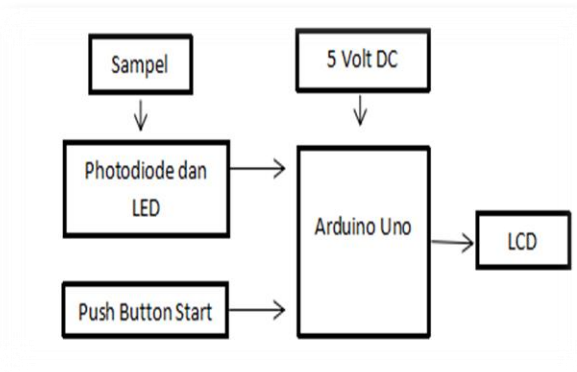
III.4 Permodelan Sistem

Permodelan sistem merupakan sebuah proses dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran umum sistem dan fungsi yang akan dibuat. Permodelan sistem meliputi diagram blok sistem, *flowchart* sistem, dan pembuatan skema rangkaian perangkat keras.

III.5 Diagram Blok

Diagram blok adalah bentuk dari awal proses pembentukan suatu diagram untuk sistem yang aktivitas atau kegiatan alurnya dapat di rekayasa dan dapat terperinci dengan jelas. Diagram blok berfokus pada suatu proses yaitu *input* dan *output* pada proses aktivitasnya. Blok adalah suatu komponen secara fisik atau nyata didalam suatu sistem [39]. Secara umum blok diagram sistem dapat dilihat pada gambar

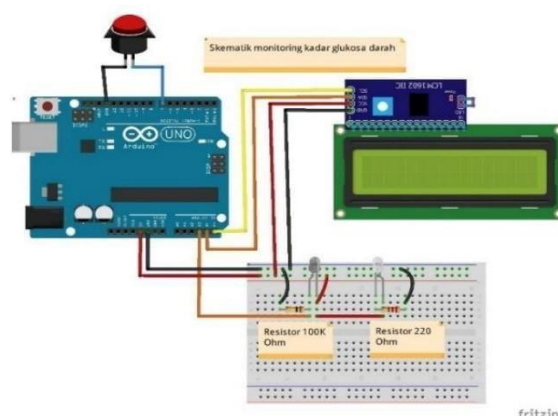
dimana terdapat 1 rangkaian sensor, *Push Button*, dan juga sampel sebagai input. Rangkaian sensor berupa *photodiode* dan LED berfungsi membaca kadar glukosa dalam darah. Prinsip kerja sistem ini yaitu rangkaian sensor akan membaca ADC sensor, kemudian nilai ADC akan diolah pada Arduino, lalu data tersebut akan ditampilkan pada LCD dengan satuan berupa mg/dL.



Gambar III.2 Blok Diagram Sistem.

III.6 Skema Rangkaian Perangkat Keras

Perancangan alat ukur kadar gula darah ini dilakukan dengan cara menghubungkan *photodiode*, LED, *push button*, Arduino Uno, dan LCD pada port yang sesuai dengan *port* Arduino Uno.



Gambar III.3 Desain Skema Rangkaian Perangkat [41].

Daftar Komponen :

1. Arduino Uno
2. Tombol *Push Button*
3. Sensor *Photodiode*

4. LED (*Light Emitting Diode*)
5. *Power Supply*
6. Resistor
7. LCD (*Liquid Crystal Display*)
8. Kabel USB *Downloader*

III.7 Teknik Pengujian Sistem

Untuk memastikan bahwa sistem ini berjalan sesuai yang direncanakan maka perlu dilakukan pengujian alat, meliputi perangkat keras (*hardware*) baik perblok maupun keseluruhan sistem.

1. Pengujian Tiap Blok

Pengujian per blok dilakukan dengan tujuan untuk menyesuaikan nilai masukan dan nilai keluaran tiap-tiap blok sesuai dengan perancangan yang dilakukan sebelumnya.

2. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kerja alat setelah perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan bersama.

III.8 Analisis Hasil

Setelah dilakukan seluruh tahapan penelitian yang sesuai, maka pada tahapan ini akan dilakukannya analisa hasil yang diperoleh dari penelitian. Tahapan ini akan dijelaskan dan dibahas secara rinci pada bab 4.

III.9 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka akan ditarik beberapa kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya. Tahapan ini secara rinci terdapat pada bab 5.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini membahas tentang hasil analisa terhadap pengujian dan penyempurnaan alat (produk) yang sudah ada. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sudahkah alat ini berfungsi dan memenuhi kriteria yang di inginkan peneliti maupun hal yang diinginkan oleh pembuat, sehingga dalam penelitian ini, peneliti dapat mengimplementasikan apakah alat ini sudah berjalan dengan baik.

Pengimplemetasian dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada masing-masing blok yang bertujuan untuk mengetahui kerja dari beberapa blok rangkaian, sehingga dapat diketahui dari beberapa blok rangkaian melakukan fungsinya dengan baik. Kemudian, dilakukanlah pengujian secara keseluruhan.

IV.1 Cara Kerja Alat dan Pengujian Alat

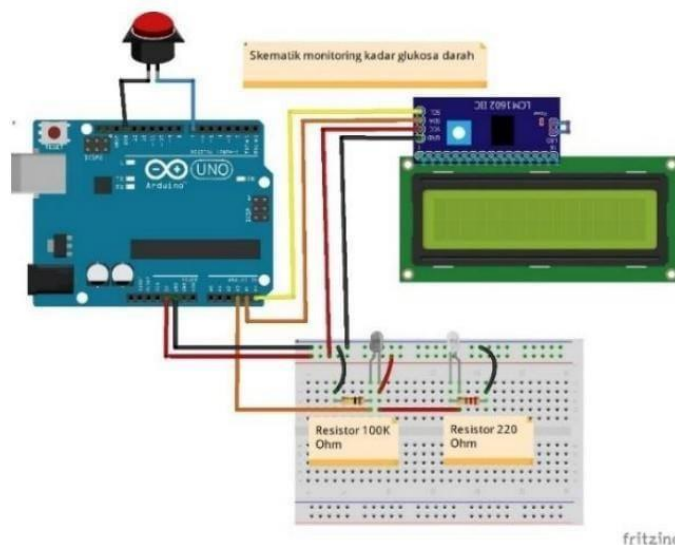
IV.I.1 Cara Kerja Alat

Penggunaan alat ini dilakukan dengan meletakkan jari pada media uji. Bagian ini terdiri dari sumber cahaya yang berasal dari LED, sensor *photodiode* untuk mengukur intensitas cahaya, serta kotak isolasi cahaya yang berfungsi untuk menghindari kebocoran cahaya di luar sumber cahaya yang menyebabkan turunnya akurasi pembacaan sensor. Kotak isolasi dirancang khusus dengan lubang untuk memasukan jari dan sumber cahaya serta sensor *photodiode* berada tepat diantara jari tangan pengguna. Metode yang mengubah sumber cahaya dari sensor photodiode menjadi ADC (*Analog Digital Conversion*) yaitu pada bagian pengolahan/pemroses data pada alat ini dibangun menggunakan modul Arduino *board* yang menjadi komponen utama yang menerima data inputan analog (sensor *photodiode*), data *input* yang berupa tegangan analog ini dikoneksikan ke salah satu pin analog Arduino yang kemudian dikonversi oleh ADC internal pada Arduino. Setelah data sudah menjadi digital data tersebut diolah ke persamaan guna menampilkan hasil pengukuran kadar gula darah dalam satuan mg/dL.

Hasil pembacaan dari sensor *photodiode* berupa ADC (*Analog Digital Conversion*) dan dikonversi menjadi mg/dL (miligram per disiliter) yang merupakan satuan dari kadar gula dalam darah. Cara pengkonversian ADC menjadi mg/L yaitu pada bagian program akan di eksekusi dan diubah data analog menjadi digital. Untuk itu diperlukan pengukuran besar nilai ADC dari masing-masing sampel darah. Tujuannya adalah untuk mengkalibrasi dan mengkonversi nilai dari pembacaan ADC kedalam satuan mg/dL. Dari persamaan ini yang mengubah data digital menampilkan hasil pengukuran kadar gula darah dalam satuan mg/dL. Proses pembacaan alat serta pengolahan data terjadi dibagian pengolahan data diarduino yang telah dilengkapi program pembacaan program pembacaan serta pengolahan data yang masuk dan secara singkat dijelaskan pada program dibagian *void loop*. Informasi kadar gula darah yang diukur menggunakan alat ini akan ditampilkan pada LCD (*Light Emiting Diode*) disertai informasi klasifikasi kadar gula darah normal maupun tinggi.

IV.1.2 Skema Rangkaian Perangkat Keras

Perancangan alat ukur kadar gula darah ini dilakukan dengan cara menghubungkan *photodiode*, LED, Push Button, Arduino uno, dan LCD pada port yang sesuai dengan port Arduino Uno. Berikut gambar yang telah dijelaskan sebelumnya.



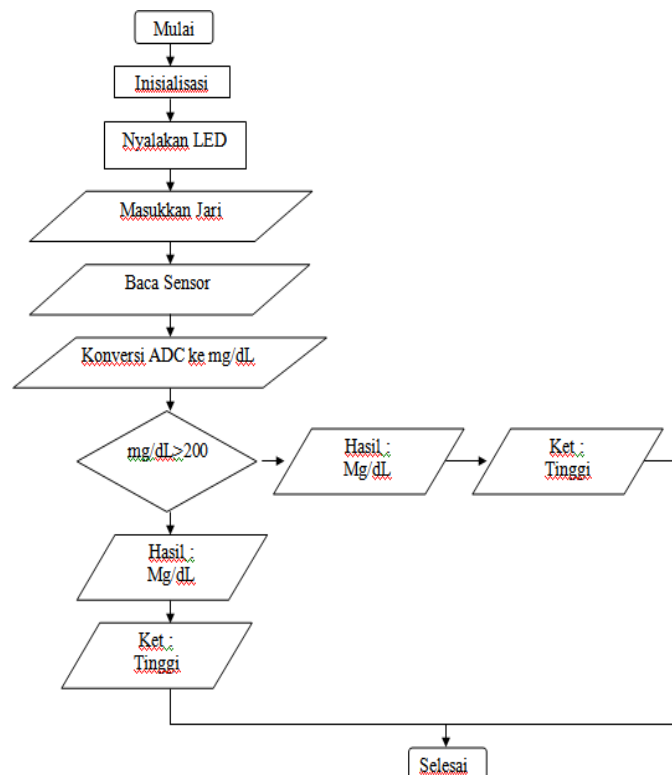
Gambar IV.1 Desain Skema Rangkaian Perangkat.

Daftar Komponen :

1. Arduino Uno
2. Tombol *Push Button*
3. Sensor *Photodiode*
4. LED (*Light Emiting Diode*)
5. *Power Supply*
6. Resistor
7. LCD (*Liquid Crystal Display*)
8. Kabel USB *Downloader*

VI.1.3 Flowchart Sistem

Flowchart sistem merupakan bagian alir atau alur kerja sebuah sistem yang dimana dalam flowchart tersebut menjelaskan sebuah sistem yang dibangun secara detail. Berikut gambar *flowchart* yang telah dijelaskan seperti sebelumnya.

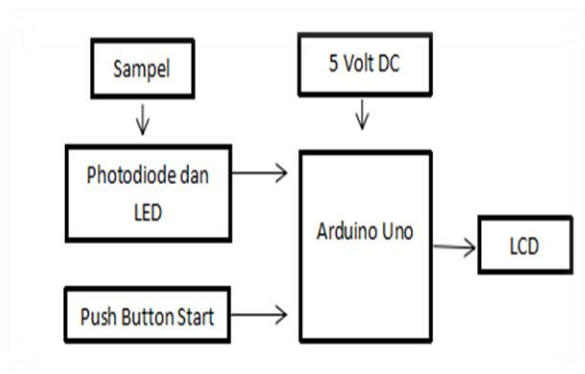


Gambar IV.2 *Flowchart* Sistem Pada Alat.

IV.1.4 Blok Diagram Alat

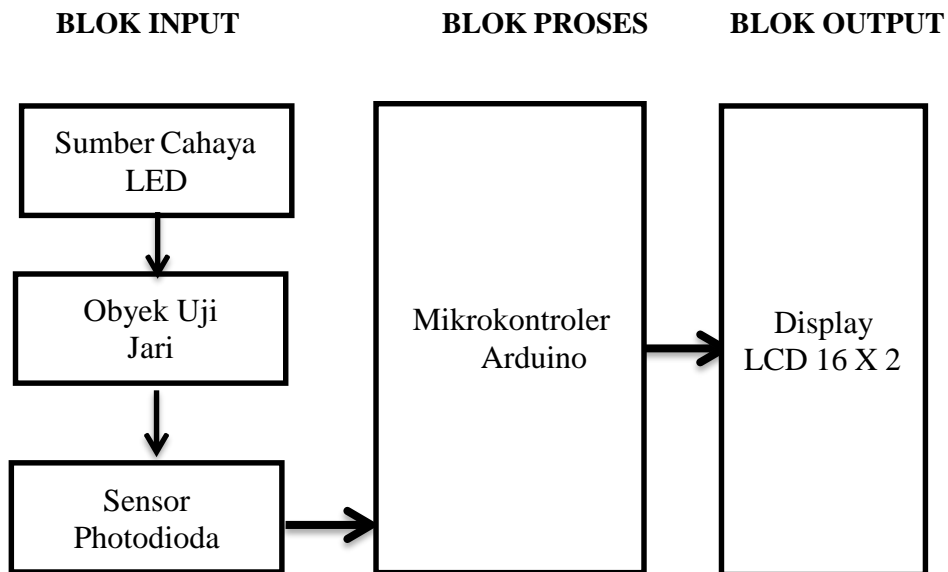
Diagram blok adalah bentuk dari awal proses pembentukan suatu diagram untuk sistem yang aktivitas atau kegiatan alurnya dapat di rekayasa dan dapat terperinci dengan jelas. Diagram blok berfokus pada suatu proses yaitu *input* dan *output* pada proses aktivitasnya.

Secara umum blok diagram sistem dapat dilihat pada gambar dimana terdapat 1 rangkaian sensor, *push button*, dan juga sampel sebagai input. Rangkaian sensor berupa photodiode dan LED berfungsi membaca kadar glukosa dalam darah. Prinsip kerja sistem ini yaitu rangkaian sensor akan membaca ADC sensor, kemudian nilai ADC akan diolah pada Arduino, lalu data tersebut akan ditampilkan pada LCD dengan satuan berupa mg/dL.



Gambar IV. 3 Blok Diagram Sistem.

Pada gambar IV.3 adalah merupakan alur diagram sistem pada alat yang telah dirancang sebelumnya. Selanjutnya, pada gambar selanjutnya akan menjelaskan pengujian dasar alat pengukur kadar gula dalam darah secara non-invasive berbasis Arduino ini terbagi menjadi 3 blok, yaitu blok *input*, blok proses dan blok *output*, seperti diagram alat dibawah ini:



Gambar IV.4 Proses Blok Diagram Alat.

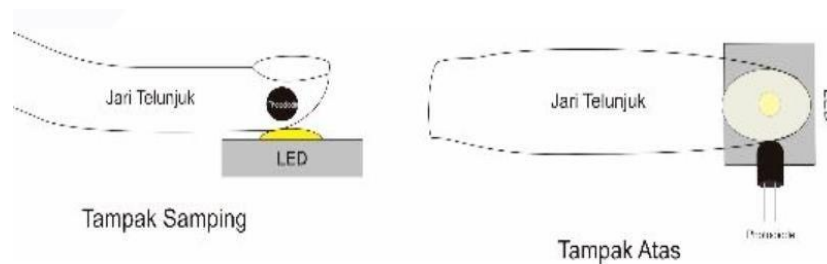
Berdasarkan pada gambar IV.4 diketahui bahwa blok input saat alat diaktifkan alat akan menyalakan LED, kemudian jari tangan sebagai obyek uji disinari untuk selanjutnya dilakukan pembacaan intensitas cahaya yang tembus melalui jari tangan dengan menggunakan sensor *photodiode*. Selanjutnya, pada pemrosesan data dilakukan pada blok proses menggunakan mikrokontroler Arduino. Pada blok ini dilakukan konversi ADC yang didapat dari hasil pembacaan sensor menjadi miligram berdasarkan rumus yang penulis dapatkan melalui percobaan terhadap sample pasien. Pada blok ini juga dilakukan klasifikasi kadar gula darah normal maupun tinggi.

Pada blok *output* hasil dari pemrosesan data pada blok proses ditampilkan pada LCD 16x2 dimana baris pertama pada LCD 16x2 ditampilkan kadar gula darah dalam satuan mg/L dan pada baris kedua ditampilkan klasifikasi kadar gula darah. Berdasarkan dari alat yang dikembangkan, peneliti berharap agar alat pengukur kadar gula dalam darah secara *non-invasive* berbasis Arduino dirancang untuk tujuan pendeteksian kadar gula darah pada pasien diabetes melitus. Dengan memanfaatkan sensor *photodiode* yang digunakan untuk melakukan pengukuran

intensitas cahaya yang menembus jari tangan yang disinari oleh sumber cahaya.

IV.2 Tata Cara Penggunaan Alat

Pengujian alat ukur kadar gula darah secara *non-invasive* berbasis Arduino Uno dimana dalam pengimplementasiannya dibuat diharapkan memiliki spesifikasi teknis yang tinggi dalam hal akurasi serta praktis dalam penggunaannya. Tata cara penggunaan alat ini memiliki letak atau posisi yang telah kita buat, yakni sebagai berikut:



Gambar IV.5 Desain Posisi dan Letak Jari [42].

Pada gambar IV.5 dijelaskan posisi jari telunjuk pada saat melakukan pengukuran gula darah. Posisi jari diletakkan di atas LED, sehingga permukaan atas LED tertutup oleh jari. Lalu *photodiode* berada di samping kanan, menempel pada sisi samping jari telunjuk. Pada pengujian alat ini Permukaan tubuh yang akan diuji kelinearan dan sensitivitasnya adalah daun jari tangan. Tidak menutup kemungkinan bagian lain dari tubuh akan dijadikan tempat pengukuran untuk mendapat hasil pengukuran optimum.

IV.3 Pengujian Alat

IV.3.1 Prosedur Pengujian

Pada pengujian alat yang dilakukan, peneliti menentukan kriteria diagnosis untuk gangguan kadar gula darah. Pada ketetapan terakhir yang dikeluarkan oleh WHO (dalam pertemuan tahun 2005) dan telah dijelaskan sebelumnya ditunjukkan pada Tabel IV.1 yakni sebagai berikut.

Tabel IV.1 Kriteria Diagnosis untuk Gangguan Kadar Gula Darah.

Metode Pengukuran	Kondisi Kadar Gula dalam Darah			
	Normal	Diabetes	IGT	IFG
Gula Darah Puasa	< 6.1 mmol/l < 110 mg/dl	≥ 7.0 mmol/l ≥ 126 mg/dl	< 7.0 mmol/l < 126 mg/dl	$6.1 \leq X < 7.0$ mmol/l $110 \leq X < 126$ mg/dl
Gula Darah 2 Jam Setelah Makan	< 7.8 mmol/l < 140 mg/dl	≥ 11.1 mmol/l ≥ 200 mg/dl	$7.8 \leq X < 11.1$ mmol/l $140 \leq X < 200$ mg/dl	< 7.8 mmol/l < 140 mg/dl (jika diukur)

Ada kondisi dimana seseorang mengalami gangguan kadar gula dalam darahnya dan dimasukkan dalam kelompok IGT (*Impaired Glucose Tolerance* = Toleransi Glukosa Terganggu). IGT oleh WHO didefinisikan sebagai kondisi dimana seseorang mempunyai resiko tinggi untuk terjangkit diabetes walaupun ada kasus yang menunjukkan kadar gula darah dapat kembali ke keadaan normal. Ada juga kelompok IFT (*Impaired Fasting Glucose* = Glukosa Puasa Terganggu). IFG sendiri mempunyai kedudukan hampir sama dengan IGT. Bukan entitas penyakit akan tetapi sebuah kondisi dimana tubuh tidak dapat memproduksi insulin secara optimal dan terdapatnya gangguan mekanisme penekanan pengeluaran gula dari hati ke dalam darah.

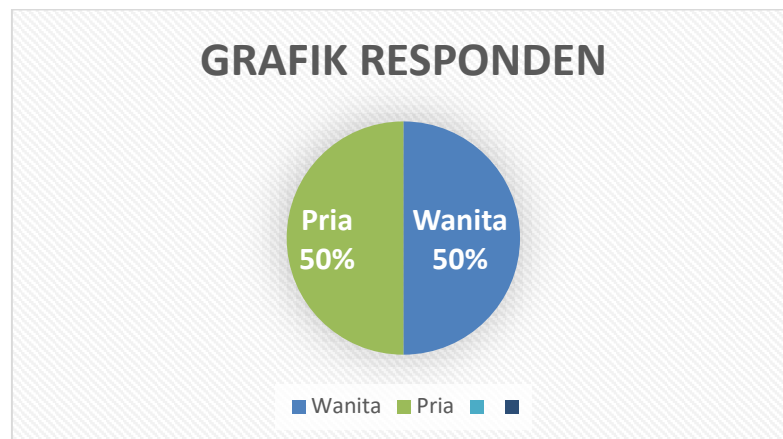
IV.3.2 Grafik dan Tabel Responden

Pada pengujian alat dilakukan, peneliti melakukan metode pengumpulan data beberapa responden (sampel) penelitian yang akan menjadi pendukung bagi

peneliti, seperti yang terlihat pada table responden dibawah ini:

Tabel IV.2 Tabel Responden.

No.	Nama Responden	Jenis Kelamin (W/L)	Umur (Tahun)	Tinggi Badan (cm)	Berat Badan (kg)
1.	Sampel 1	W	27	156	44
2.	Sampel 2	L	29	162	40
3.	Sampel 3	W	30	152	49
4.	Sampel 4	L	27	163	46
5.	Sampel 5	W	25	150	53
6.	Sampel 6	W	36	160	55
7.	Sampel 7	L	32	170	53
8.	Sampel 8	L	25	168	53
9.	Sampel 9	L	31	170	64
10.	Sampel 10	L	31	167	55
11.	Sampel 11	W	27	155	57
12.	Sampel 12	L	43	165	58
13.	Sampel 13	W	40	157	55
14.	Sampel 14	W	33	155	60
15.	Sampel 15	L	43	168	65
16.	Sampel 16	W	48	160	60
17.	Sampel 17	L	29	165	60
18.	Sampel 18	W	47	165	70
19.	Sampel 19	W	39	160	63
20.	Sampel 20	L	52	155	75



Gambar IV.6 Grafik Respoden (Data Diolah Peneliti 2023).

Pada gambar IV.6 dijelaskan bahwa dalam penelitian ini, peneliti melakukan pengujian alat pada 20 sampel yang terdiri 10 Pria dan 10 Wanita. Diharapkan pada sampel tersebut peneliti dapat mengimplementasikan alat ukur kadar gula darah secara *non-invasive* berbasis Arduino Uno dimana produk tersebut telah ada sebelumnya dengan tujuan untuk mempermudah pengukuran kadar gula dalam darah.

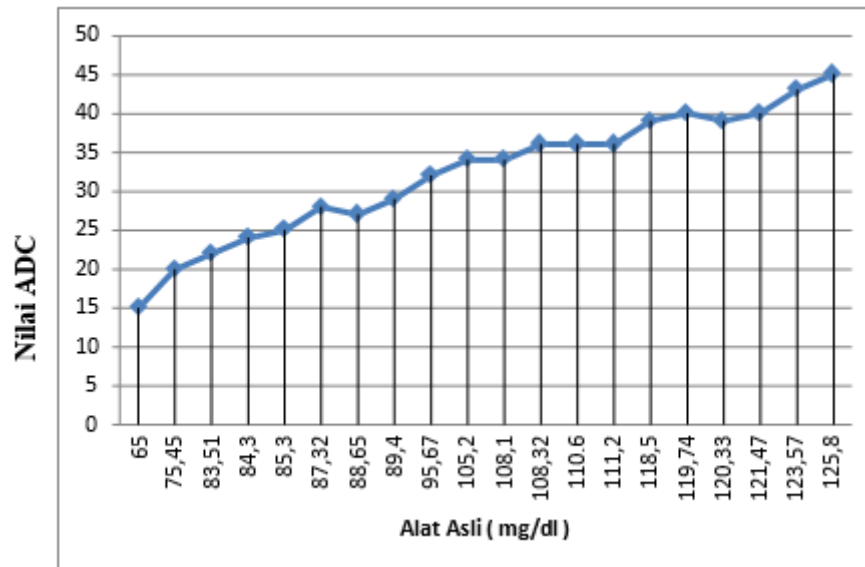
IV.4 Hasil Pengujian Alat

Pengujian atau mengimplementasikan alat ukur kadar gula darah secara *non-invasive* berbasis Arduino Uno dimana produk tersebut telah ada sebelumnya dengan tujuan untuk mempermudah pengukuran kadar gula dalam darah. Proses pengujian pada sistem ini menggunakan sensor *photodiode* dan LED sebagai rangkaian sensor optik, mikrokontroler Arduino Uno, LCD 16x2. Pada pengujian ini LED digunakan sebagai sumber cahaya dan *photodiode* sebagai sensor cahaya yang mengubah cahaya ke tegangan. Mikrokontroler mengolah data yang diterima dari sensor melalui ADC (*Analog Digital Converter*) internal dari mikrokontroler dan melakukan proses konversi. LCD digunakan untuk menampilkan data hasil pengukuran dari sensor. Untuk mengukur kadar gula dalam darah hanya digunakan jari sebagai inputnya dan pengukuran dilakukan secara *non-invasive* atau tanpa melukai anggota tubuh. Sensor tersebut akan membaca nilai adc yang dihasilkan lalu dari hasil tersebut kan dikonversi kedalam mg/dL. Kemudian akan ditampilkan ke dalam LCD. Berikut merupakan sampel hasil pengujian alat ukur gula darah.

Tabel IV.3 Data Pengujian Alat Asli dan Alat Buatan.

No.	Nama	Data ADC	Alat asli / <i>Easy Touch Glucometer</i>
1.	Sampel 1	15	65
2.	Sampel 2	20	75,45
3.	Sampel 3	22	83,51
4.	Sampel 4	24	84,3
5.	Sampel 5	25	85,3
6.	Sampel 6	28	87,32
7.	Sampel 7	27	88,65
8.	Sampel 8	29	89,4
9.	Sampel 9	32	95,67
10.	Sampel 10	34	105,2
11.	Sampel 11	34	108,1
12.	Sampel 12	36	108,32
13.	Sampel 13	36	110,6
14.	Sampel 14	36	111,2
15.	Sampel 15	39	118,5
16.	Sampel 16	40	119,74
17.	Sampel 17	39	120,33
18.	Sampel 18	40	121,47
19.	Sampel 19	43	123,57
20.	Sampel 20	45	125,8

Dari tabel IV.3 menunjukkan bahwa sampel hasil pengujian alat berdasarkan umur, jenis kelamin, berat badan, dan tinggi badan yang akan menghasilkan data ADC pada alat yang dibuat dan setelah itu akan di bandingkan dengan data pengukuran alat asli.



Gambar IV.7 Grafik Data ADC vs Alat Asli.

Berdasarkan pada tabel IV.7 dijelaskan bahwa pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah 20 responden yang terdiri dari 10 pria dan 10 wanita, yang memiliki rentang usia di angka 25-53 tahun dan meliki berat badan yang berbeda-beda di antara 40-70kg, serta memiliki tinggi badan antara 150-170 cm.

Pada gambar grafik antara nilai data ADC (*Analog Digital Conversion*) sensor *photodiode* dengan kadar gula darah yang dihasilkan yang dapat dilihat pada gambar grafik IV.7, dijelaskan bahwa nilai data ADC terendah yang dihasilkan adalah 15 kemudian dikonversi dalam mg/dl (milligram/disiliter) sehingga memunculkan kadar gula dalam darah yakni 65mg/dl. Selanjutnya nilai kadar gula dalam darah yang normal yakni di angka 87mg/dl-110mg/dl yang memiliki nilai ADC diantara 27-36. Selanjutnya nilai ADC tertinggi yang dihasilkan adalah 39-45, dalam hal ini nilai tertinggi yang dihasilkan kadar gula dalam darah adalah sebesar 118,5 mg/dl-125,8 mg/dl.

Dari hasil yang dijelaskan diatas maka peneliti menyimpulkan bahwa semakin kecil nilai ADC yang dihasilkan maka hasil nilai kadar gula dalam darah yang telah dikonversikan dalam mg/dl akan semakin kecil dan begitupun dengan sebaliknya.

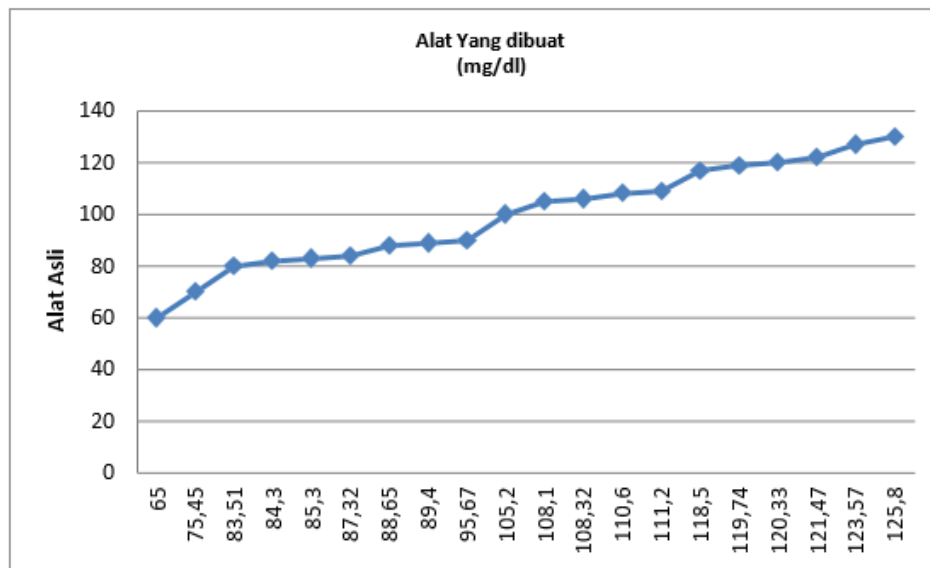
Dibawah ini akan dijelaskan data pengukuran alat asli yang telah ada sebelumnya dan alat asli medis yang dapat menghitung kadar gula dalam darah, berikut adalah tabel pengujian dan hasil pengukuran:

Tabel IV.4 Tabel Data Perbandingan Alat Asli dan Alat Buatan.

No.	Nama	Kadar Gula Dengan <i>Metode Invasive</i> (Alat Asli)	Kadar Gula Dengan <i>Metode Non-Invasive</i> (Alat Buatan)
1.	Sampel 1	65 mg/dl	72 mg/dl
2.	Sampel 2	75,45 mg/dl	80 mg/dl
3.	Sampel 3	83,51 mg/dl	80 mg/dl
4.	Sampel 4	80,2 mg/dl	81,2 mg/dl
5.	Sampel 5	85,3 mg/dl	89 mg/dl
6.	Sampel 6	88,65 mg/dl	92 mg/dl
7.	Sampel 7	89,4 mg/dl	104 mg/dl
8.	Sampel 8	95,67 mg/dl	112 mg/dl
9.	Sampel 9	111,2 mg/dl	114 mg/dl
10.	Sampel 10	108,1 mg/dl	120 mg/dl
11.	Sampel 11	118,5 mg/dl	135 mg/dl
12.	Sampel 12	87,32 mg/dl	90 mg/dl
13.	Sampel 13	121,47 mg/dl	140 mg/dl
14.	Sampel 14	110,6 mg/dl	120 mg/dl
15.	Sampel 15	123,57 mg/dl	140 mg/dl
16.	Sampel 16	119,74 mg/dl	130 mg/dl
17.	Sampel 17	108,32 mg/dl	110 mg/dl
18.	Sampel 18	105,2 mg/dl	110 mg/dl
19.	Sampel 19	287,5 mg/dl	290 mg/dl
20.	Sampel 20	350 mg/dl	355 mg/dl

Dari tabel IV.4 menunjukkan bahwa perbandingan alat yang dibuat dengan alat asli memiliki selisih nilai antara 3 sampai 7. Selain itu dari perbandingan alat tersebut diketahui bahwa kadar gula dengan metode *invasive* mendapatkan nilai terkecil

yaitu 65 mg/dl dan perbandingan kadar gula dengan metode *non-invasive* yaitu sebesar 72 mg/dl. Begitupun sebaliknya, nilai terbesar metode *invasive* yaitu sebesar 350 mg/dl dan *non-invasive* sebesar 355 mg/dl.



Gambar IV.8 Grafik alat yang dibuat vs alat asli.

Berdasarkan pada pembahasan sebelumnya telah dijelaskan bahwa pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah 20 responden yang terdiri dari 10 pria dan 10 wanita, yang memiliki rentang usia di angka 25-53 tahun dan meliki berat badan yang berbeda-beda di antara 40-70kg, serta memiliki tinggi badan antara 150-170 cm. Selanjutnya, berdasarkan Tabel IV.3 menunjukkan bahwa kadar gula darah yang dapat diukur sebesar 70 – 350mg/dL.

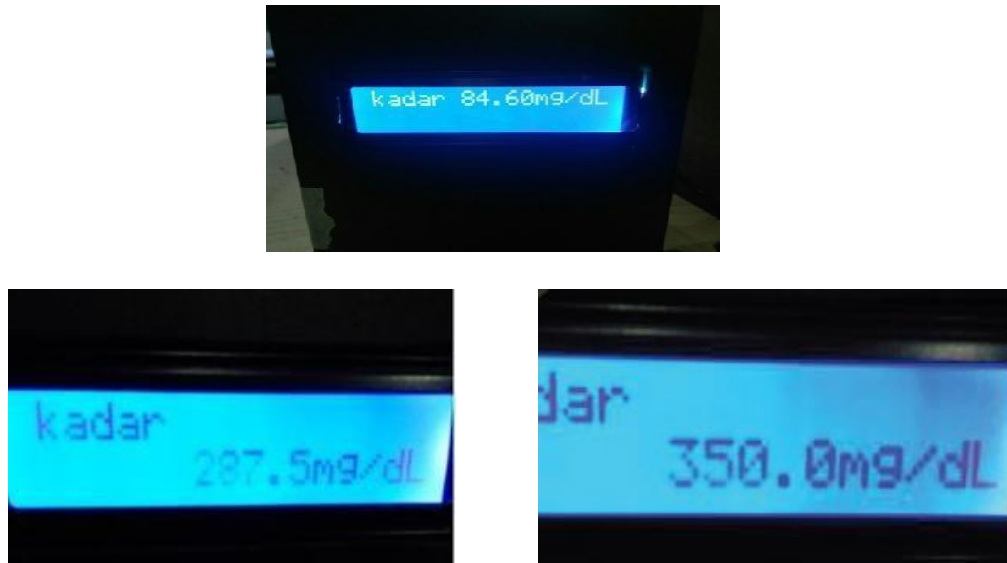
Pada gambar grafik IV.9 antara nilai data pengukuran yang terkecil adalah 65 mg/dl dan memiliki perbandingan dari data pengujian dan pengukuran terhadap gula darah yang sebenarnya yakni diperoleh angka terkecil 72 mg/dl. Adapun hasil tertingginya berdasarkan dalam hal ini nilai yang dihasilkan kadar gula dalam darah adalah sebesar 118,5 mg/dl- 125,8 mg/dl. Dari hasil yang dijelaskan diatas maka peneliti menyimpulkan bahwadari data pengukuran dan gula darah sebenarnya memiliki selisih nilai antara 2-7. Selanjutnya, grafik menunjukkan perbandingan

alat ukur kadar gula darah yang dibuat dengan alat asli (*EasyTouch Glucometer*). Dari grafik tersebut dapat diperoleh nilai keakuratan alat yang dibuat, yaitu 87,1% masih belum bisa dijadikan sebagai acuan.

Tabel IV.5 Tabel Data Pengujian dan Hasil Pengukuran.

Data pengukuran (mg/dL) (alat asli)	Gula darah sebenarnya (mg/dL) (alat yang dibuat)	Keterangan		
		Rendah	Sedang	Tinggi
65	72	✓		
75,45	80	✓		
83,51	80	✓		
80,2	81,2	✓		
85,3	89		✓	
88,65	92		✓	
89,4	104		✓	
95,67	112		✓	
111,2	114		✓	
108,1	120		✓	
118,5	135			✓
87,32	90		✓	
121,47	140			✓
110,6	120		✓	
123,57	140			✓
119,74	130			✓
108,32	110		✓	
105,2	110		✓	
287,5	290			✓
350	355			✓

Dari tabel IV.5 menunjukkan bahwa alat yang dibuat dan alat yang asli memiliki keterangan berdasarkan rendah sedang dan tingginya suatu kadar gula darah.



Gambar IV.9 Tampilan Gula Darah di LCD.

IV.5 Analisis Cara Kerja Alat (Perangkat Keras)

IV.5.1 Implementasi LCD (*Liquid Crystal Display*)

Liquid Crystal Display merupakan perangkat optik elektronik termodulasi terdiri dari sejumlah segmen diisi dengan kristal cair dan tersusun di depan sumber cahaya (lampu) atau reflektor untuk menghasilkan gambar dalam warna atau monokrom. LCD digunakan untuk menampilkan data hasil pengukuran dari sensor seperti gambar dibawah ini:



Gambar IV.10 Analisis Alat LCD.

Rangkain *interface Liquid Crystal Display* dalam melakukan fungsinya yakni mempermudah pengujian melalui tampilan seperti pada gambar 4.3. Kemudian cara kerja dari alat tersebut melalui program yang di *upload* kedalam mikrokontroler

menampilkan hasil tulisan yang diinginkan “ kadar “ dan satuan gula darah yaitu “mg/dL”. Dapat disimpulkan bahwa rangkaian tampilan LCD dalam kondisi baik dan dapat digunakan secara maksimal.

IV.5.2 Implementasi Sensor *Photodiode*

Sensor *photodiode* adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (*photodetector*). Jenis sensor peka cahaya lain yang sering digunakan adalah *phototransistor*. *Photodiode* akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Sensor *photodiode* merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, sensor *photodiode* akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara *forward* sebagaimana dioda pada umumnya. Pada pengimplementasian alat sensor *photodiode*, dilakukan pengujian dengan cara mengukur tegangan output ketika mendapatkan halangan kondisi tangan. Hasil pengukuran dapat dilihat daritabel dibawah ini:

Tabel IV. 6 Hasil Output Tegangan Pada *Photodiode*.

Kondisi	Tegangan Output	Keterangan		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Terhalang tangan	2.35 Volt		✓	
	1.35 Volt	✓		
	2.25 Volt		✓	
	1.25 Volt	✓		
	2.45 Volt		✓	
	2.85 Volt		✓	
	2.75 Volt		✓	
	2.90 Volt		✓	
	2.95 Volt		✓	
Tidak terhalang	4,69 Volt			✓
	4.29 Volt			✓
	3.95 Volt		✓	
	4.35 Volt			✓
	4.75 Volt			✓
	4.80 Volt			✓
	3.85 Volt		✓	
	4.55 Volt			✓
	3.70 Volt		✓	
	4.89 Volt			✓
	4.90 Volt			✓

Pada tabel IV.6 dapat diketahui bahwa dalam pengujian hasil tegangan *output* pada *photodiode* dapat disimpulkan bahwa jika kondisi 0 (tidak terhalang jari) maka tegangan yang dihasilkan maksimum 5 Volt. Sedangkan, jika kondisi 1 (terhalang jari) maka tegangan yang dihasilkan mendekati 1 Volt. Pada pengimplementasian pengujian alat ini hanya mampu mengukur kadar gula dalam darah dengan metode penyinaran pada ujung jari tangan yang tidak tertutup oleh lapisan lain misalnya cat kuku. Dalam pengujian ini jari merupakan inputnya dan pengukuran dilakukan secara *non-invasive* atau tanpa melukai anggota tubuh.

IV.6 Analisis Presentase Kesalahan Dari Alat

Pengimplementasi sebuah kinerja dari alat diperlukan untuk dilakukan evaluasi. Untuk mengevaluasi hasil tersebut maka diukur nilai presentase kesalahan dari kerja alat. Pengujian dari rumus tersebut dapat diketahui nilai presentase kesalahan alat sebagai berikut:

Tabel IV.7 Hasil Presentase Kesalahan Alat.

Data pengukuran (mg/dL) (alat asli)	Gula darah sebenarnya (mg/dL) (alat yang dibuat)	Kesalahan Relatif (%)
65	72	9,72
75,45	80	5,75
83,51	80	4,39
80,2	81,2	1,25
85,3	89	4,16
88,65	92	1,13
89,4	104	14,04
95,67	112	14,58
111,2	114	2,46
108,1	120	9,92
118,5	135	16,5
87,32	90	2,68
121,47	140	18,53
110,6	120	9,4
123,57	140	16,43
119,74	130	10,26
108,32	110	1,68
105,2	110	4,8
287,5	290	2,5
350	355	5,0

Dari tabel IV.7 sistem alat ukur ini memiliki akurasi dan ketepatan pembacaan yang sedikit berbeda dengan alat kadar gula darah asli/*Easy Touch Glucometer*, namun masih bisa digunakan sebagai alat ukur kadar gula darah secara *non-invasive* dengan persen kesalahan relatif rata-rata 8,92%. Hal ini dikarenakan sensor sangat peka dan mudah terpengaruh oleh cahaya yang berasal dari luar. Hal tersebut dipengaruhi cahaya yang dari luar karena setiap pengukuran kadar gula darah besar kecilnya jari-jari setiap orang berbeda. Dan untuk nilai keakuratan alat 87,1%, alat pengukur gula darah ini masih tidak dapat dijadikan sebagai acuan nilai kadar gula sebenarnya karena *range* nya dari alat asli beda jauh.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dari data dan pengukuran dapat disimpulkan bahwa alat pengukuran yang dirancang menggunakan metode *non-invasive* ini merupakan metode yang praktis dan juga efektif karena tidak melukai kulit tubuh manusia secara langsung sehingga terhindar dari rasa sakit dan infeksi pada kulit. Dengan alat pengukur gula darah yang telah dibuat sebelumnya yaitu menggunakan sensor cahaya *photodiode* dan sumber cahaya dari LED serta mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno sebagai pengendali keseluruhan sistem berjalan, di dapat perbandingan antara tingkat keakurasian nilai alat yang telah dibuat sebelumnya dengan alat asli, maka rata-rata keakurasian dari pengukuran data yaitu sebesar 87,1% dengan persentase kesalahan relatif rata-rata 8,92%. Hal ini dikarenakan sensor sangat peka dan mudah terpengaruh oleh cahaya yang berasal dari luar.

Selain itu, metode penyinaran jari tangan yang tertutup oleh lapisan seperti cat kuku akan mendapatkan nilai tegangan lebih kecil dikarenakan sensor *photodiode* merupakan dioda yang sangat peka terhadap cahaya, sehingga akan mengalami perubahan resistansi atau tegangan pada saat menerima cahaya, begitupun sebaliknya. Tidak hanya itu, setiap pengukuran kadar gula darah seseorang tentu memiliki jari dengan ukuran yang berbeda. Oleh karena itu alat pengukur kadar gula secara *non-invasive* ini masih tidak dapat dijadikan sebagai acuan dan alat penunjuk kesehatan yang akurat.

V.II Saran

1. Disarankan untuk penelitian selanjutnya untuk menggunakan jenis sensor yang spesifikasinya lebih baik dari sebelumnya.
2. Supaya mendapatkan nilai *error* yang sangat kecil pengembangan selanjutnya untuk memperbaiki program agar nilai kadar gula darah yang

dihasilkan mendekati angka yang sama dengan alat asli.

3. Membuat jarak yang konstan antara sensor dengan sumber cahaya, artinya jarak untuk peletakan sensor *photodiode* dan LED harus disesuaikan ukuran (tidak terlalu jauh).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Promkes, "[48] Wirasa, W., Aulia, S. O., & Hermawan, F. Y. (2022). *Design Of A Non-Invasive Blood Sugar Measuring Device Based On Arduino*. Jurnal Teknologi Dan Seni Kesehatan, 13(1), 21–32.," Kementerian Kesehatan Direktorat Promosi Kesehatan & Pemberdayaan Masyarakat, 2021. [Online]. Available: <https://promkes.kemkes.go.id/?P=7416>. [Accessed 17 Juli 2023].
- [2] N. Irawati, "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah Menggunakan Metode Optik Untuk Penderita Diabetes Melitus," Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, Surabaya, 2012.
- [3] Y. Deviana, Kamarudin and H. Wijanarko, "Analisis Pengukur Kadar Gula Dalam Darah Secara *Non-invasive*," Jurnal ASEECT, Vols. 1, 2, pp. 26-31, 2020.
- [4] H. Harsono, Implementasi Kebijakan dan Politik, Jakarta: Grafindo Jaya, 2002.
- [5] P. Evelyn C, Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis, Jakarta: PT Gramedia, 2006.
- [6] A. Muhson, Teknik Analisis Kuantitatif, 2020.
- [7] Zonanulis, "Apa Itu Komparasi: Arti Kata dan Tujuannya," zonanulis, 2022. [Online]. Available: <https://www.zonanulis.com/apa-itu-komparasi/>. [Accessed 26 Juli 2023].
- [8] S. N. Utami, "Pengukuran: Pengertian Para Ahli, Macam, Cara Penggunaan, dan Rumusnya," Kompas.com, 2021. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/skola/read/2021/09/01/153853369/pengukuran-pengertian-para-ahli-macam-cara-penggunaan-dan-rumusny#>. [Accessed 26 Juli 2023].
- [9] S. M.H, Biokimia Darah Edisi ke-1, Jakarta: Wijaya Medika, 2022.
- [10] A. L. Mescher, Histologi Dasar Junqueira edisi 12, Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2012.
- [11] S. L, Fisiologi manusia: dari sel ke sistem edisi 6, Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2011.
- [12] W. A. & Z. S, "Perbandingan Antara Hitung Trombosit dengan Alat Hitung

- Otomatis dan Cara Manual Tidak Langsung," *Jurnal Healthy Science*, 2012.
- [13] A. Bishop, "Role of oxygen in wound healing," *Journal of Wound Care*, Vols. 17, 9, p. 399–402, 2008.
- [14] WHO, "Kadar gula darah normal," *World Of Organization*, 2005.
- [15] E. Anggeria and dkk, "Efektivitas Perawatan Ulkus Diabetikum Terhadap Penerimaan Diri Pasien Diabetes Melitus Tipe 2," 2019.
- [16] Sinocare, "Alat Test Multi-Fungsi Gula Darah - Asam Urat," Sinocare Indonesia, 2023. [Online]. Available: <https://www.sinocare.co.id/>. [Accessed 26 Juli 2023].
- [17] E. S. d. Wildian, "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non Invasive* Berbasis Mikrokontroler AT89S51 dengan Mengukur Tingkat Kekeuhan Spesimen Urin Menggunakan Sensor Fotodiode," Vols. 2, 1, pp. 40-47, 2013.
- [18] E. S. d. Wildian, "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non Invasive* Berbasis Mikrokontroler AT89S51 dengan Mengukur Tingkat Kekeuhan Spesimen Urin Menggunakan Sensor Fotodiode," Vols. 2, 1, pp. 40-47, 2013.
- [19] W. Budiharto, *Robotika : Teori + Implementasi*, Yogyakarta: Andi, 2010.
- [20] M. Yusro, "Modul Teori dan Praktikum Mikrokontroler *Platform Arduino*," Jakarta, 2016.
- [21] A. Kadir, *Dasar Pemrograman Internet untuk Proyek Berbasis Arduino*, edition, Giovanni, Andi, Yogyakarta, 2018.
- [22] &. A. S. Diding Kusnady, "Sistem Informasi Biaya Pendidikan (BPP) pada Politeknik Ganesha Medan Berbasis Web," *Jurnal Insitusi Politeknik Ganesha Medan*, Vols. 1, 1, 2018.
- [23] N. I. Fadlilah and A. Arifudin, "Pembuat Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan *Accelerometer* Berbasis Arduino," *Jurnal Evolusi*, Vols. 6, 1, p. 61–67, 2018.
- [24] G. Bramandika, "Implementasi Sensor BMP085 Pada *Quadcopter* Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Ilmiah Mikrotek*, Vols. 2, 1, p. 19–24, 2015.
- [25] Kelistrikanku, "Apa Itu Resistor? Salah Satu Komponen Elektronik Sebagai Tahanan," kelistrikanku.com, 2016. [Online]. Available: <https://www.kelistrikanku.com/2016/02/apa-itu-resistor.html>. [Accessed 29 Agustus 2023].

- [26] E. Setyaningsih, D. Prastiyanto and Suryono, "Penggunaan Sensor *Photodiode* sebagai Sistem Deteksi Api pada Wahana Terbang *Vertical Take-Off Landing* (VTOL)," *Jurnal Teknik Elektro*, Vols. 9, 2, p. 53–59, 2017.
- [27] D. Kho, "Pengertian LED (*Light Emitting Diode*) dan Cara Kerjanya," *teknikelektronika.com*, 2023. [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/>. [Accessed 29 Agustus 2023].
- [28] O. M. Sinaulan, Y. D. Y. Rindengan and B. A. Sugiarto, "Perancangan Alat Ukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan ATMEGA 16. *Jurnal Elektro Dan Komputer*," pp. 60-70, 2015.
- [29] *Madenginer*, "Pengertian *Photodiode*: Jenis, Fungsi, Prinsip Kerja Serta Aplikasinya," *Madenginer.com*, 2023. [Online]. Available: <https://madenginer.com/photodiode-adalah/>. [Accessed 29 Agustus 2023].
- [30] B. Pratama and S. Riyanto, "Perancangan Aplikasi Gerbang Absensi Siswa Berbasis Web dan Arduino di SMK Negeri Kare (Studi Kasus pada SMK Negeri Kare)," *Journal of Computer and Information Technology*, Vols. 3, 2, pp. 91-97, 2020.
- [31] Blogger, "Belajar Arduino dan LCD," www.arduino.web.id, 2012. [Online]. Available: <http://www.arduino.web.id/2012/03/belajar-arduino-dan-lcd.html>. [Accessed 29 Agustus 2023].
- [32] M. S. Mauludin, A. F. Alfalah and D. D. Wibowo, "MQ 2 Sebagai Sensor Anti Asap Rokok Berbasis Arduino dan Bahasa C," p. 260–265, 2016.
- [33] A. F. Sallaby, F. H. Utami and Y. Arliando, "Aplikasi *Widget* Berbasis Java," *Jurnal Media Infotama*, Vols. 11, 2, p. 171–180, 2015.
- [34] A. Razor, "Gambar Arduino Uno HD dan Penjelasan Fungsi Bagian-Bagiannya," *Aldyrazor.Com*, 2020. [Online]. Available: <https://www.aldyrazor.com/2020/04/gambar-arduino-uno.html>. [Accessed 29 Agustus 2023].
- [35] A. Z. Muchtar and S. Munir, "Perancangan Web *E-Commerce* Umkm Restoran Bakso Arema Menggunakan *Framework Laravel*," *Teknologi Terpadu*, Vols. 5, 1, p. 26–33, 2019.
- [36] R. N. M. Iswanto and A. Subardono, "Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis ATMEGA8535," pp. 53-57, 2009.

- [37] Artanto, Aplikasi Mikrokontroler ATmega8535 dan ATmega16, Yogyakarta: Andi, 2012.
- [38] Wordpress, "Struktur Program *Sketch* Pada Arduino," Wordpress.com, 2023. [Online]. Available: jukarna4arduino.wordpress.com/2015/01/19/struktur-program-sketch-pada-arduino/. [Accessed 29 Agustus 2023].
- [39] M. Sulehu and A. H. Senrimang, "Program Aplikasi Alat Pengukur Kadar Glukosa dalam Darah *Non-Invasive* Berbasis Desktop," Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi, Vols. 8, 1, pp. 16-24, 2018.
- [40] H. Suyono and Hambali, "Perancangan Alat Pengukur Kadar Gula dalam Darah Menggunakan Teknik *Non-Invasive* Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional, Vols. 6, 1, p. 69–76, 2020.
- [41] S. Savira, I. A. Bangsa and L. Nurpulaela, "Implementasi Sistem Monitoring Risiko Peningkatan Kadar Glukosa Darah Secara *Non-Invasive* Menggunakan *Photodiode* dan LED," Vols. 7, 1, pp. 3-5, 2021.
- [42] Domichen Harry Matheus, Periyadi, Mia Rosmiati, "Perancangan Dan Impelemntasi Aalat Pengukur Gula Darah Dan Tekanan Darah Berbasis Arduino. "Vols. 7,6, p. 2890, 2021.

Lampiran A Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Bahwa saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Wulandari
Tempat, Tanggal Lahir	: Palembang, 28 Maret 2000
Jenis Kelamin	: Perempuan
Pekerjaan	: Mahasiswa
Alamat	: Jln. Jakabaring Lrg. Al-Hidayah RT.037 RW.006 Kelurahan Silaberanti Kecamatan Jakabaring Palembang
Status	: Lajang/Belum Menikah
Kewarganegaraan	: Indonesia
Agama	: Islam
No. Hp	: 083177785272
Email	: 2018310058@students.uigm.ac.id

RIWAYATPENDIDIKAN

1. Madrasah Ibtidaiyah Al-Hidayah Palembang
2. SMP Negeri 35 Palembang
3. SMA Negeri 19 Palembang

Demikian daftar riwayat hidup saya buat dengan sebenarnya.

Palembang, 4 September 2023


Wulandari

Lampiran B Kartu Bimbingan

Peraturan Bimbingan Skripsi

- Kartu Bimbingan harus diisi identitas mahasiswa bimbingan Skripsi dengan jelas dan benar;
- Kartu Bimbingan harus disertai foto terbaru mahasiswa bimbingan Skripsi;
- Kartu Bimbingan harus diberi tanda tangan Ketua Prodi dan cap Fasilkom UIGM sebagai tanda sah;
- Kartu Bimbingan ini harus diparaf Pembimbing Skripsi setiap kali melaksanakan bimbingan, minimal 6x pada PraSkripsi dan 12x untuk masing-masing dosen;
- Kartu Bimbingan ini tidak boleh rusak atau hilang;
- Jika Kartu Bimbingan hilang, mahasiswa bimbingan Skripsi akan dikenai biaya penggantian Kartu Bimbingan baru sebesar Rp 50.000,00.

Palembang, 28 September 2022
Ketua Prodi, Sistem Komputer



Fery Antony, ST., M.Kom
NIK#003.01.00.67

UIGM UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI
Fakultas Ilmu Komputer

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

Judul Skripsi :
IMPLEMENTASI ALAT UKUR KADAR GULA DALAM DARAH SECARA NON-INVASIVE MENGGUNAKAN ARDUINO

Nama : WULANDARI
NPM : 2018310058
Program Studi : Sistem Komputer
Alamat : Jln. Jakabaring Lt. Al-Hidayah RT.037
RW.006 Kel. Silaberanti Kec. Jakabaring
Telp / HP : 083177785272



Pembimbing Skripsi
1. Fery Antony, ST., M.Kom
2. Ricky Maulana Fajri, M.Sc

3. Pembimbing 1 : Fery Antony, ST., M.Kom

No	Tanggal Bimbingan	Permasalahan	Paraf
1	26 Sept 2022	ACC Judul	[Signature]
2	28 10/2022	Uk. B-lakang, Bkr masalah	[Signature]
3	26/10/2022	Landasan teori,	[Signature]
4	2/11/2022	Rumus bal II	[Signature]
5	19/11/2022	Acc bab II, Rev II	[Signature]
6	16/12/2022	Acc proposal	[Signature]
7		ACC sidang.	[Signature]
8	26/07/2023	R. bab IV	[Signature]
9	19/08/2023	Rev. bab IV & V	[Signature]
10	16/08/2023	ACC Bab IV & V	[Signature]

Pembimbing 2 : Ricky Maulana Fajri, M.Sc

No	Tanggal Bimbingan	Permasalahan	Paraf
1	2-12-2022	REVISI, Perbaiki kata-kata	[Signature]
2	8-12-2022	REVISI, Perbaiki	[Signature]
3	12-12-2022	REVISI, Proposal	[Signature]
4	15-12-2022	ACC Proposal	[Signature]
5		ACC Sidang	[Signature]
6	24-07-2023	REVISI BAB IV & V	[Signature]
7	28-07-2023	REVISI BAB IV	[Signature]
8	7-8-2023	REVISI BAB IV	[Signature]
9	10-8-2023	ACC BAB IV & V	[Signature]

Lampiran C Surat Keterangan Tidak Plagiat

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertandatangan di bawah ini.

Nama : Wulandari

Tempat/Tanggal Lahir: Palembang/28 Maret 2000

Program Studi : Sistem Komputer

Tahun Akademik : 2022/2023

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul:

Analisis Komparasi Pengukuran Gula Darah Secara Invasive dan Non-Invasive Dengan Arduino

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Palembang, 18 Agustus 2023

Yang Membuat Pernyataan



Wulandari

NPM. 2018310058

Lampiran D Surat Keterangan Siap Sidang Skripsi



**SURAT KETERANGAN SIAP SIDANG SKRIPSI
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER (S1)
FASILKOM UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI**

Kami yang bertanda tangan di bawah ini, menerangkan bahwa:

Nama : Wulandari
NPM : 201831058
Judul Skripsi : Analisis Komparasi Pengukuran Gula Darah Secara
Invasive dan Non Invasive Dengan Arduino

Mahasiswa yang namanya tercantum di atas, telah selesai melakukan penulisan SKRIPSI dan dinyatakan telah memenuhi persyaratan untuk mengikuti sidang SKRIPSI.

Palembang, 18 Agustus 2023

Pembimbing I

Fery Antony S.T., M.Kom
NIK. 2003.01.00.67

Pembimbing II

Ricky Maulana Fajri, M.Sc
NIK. 2016.01.02.20

Menyetujui,
Ka. Prodi Sistem Komputer

Tasmi, S.Si., M.Kom
NIK. 2017.01.0230

Lampiran E Persetujuan Ujian Skripsi



**SURAT KETERANGAN SIAP SIDANG SKRIPSI
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER (S1)
FASILKOM UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI**

Kami yang bertanda tangan di bawah ini, menerangkan bahwa:

Nama : Wulandari
NPM : 201831058
Judul Skripsi : Analisis Komparasi Pengukuran Gula Darah Secara
Invasive dan Non Invasive Dengan Arduino

Mahasiswa yang namanya tercantum di atas, telah selesai melakukan penulisan SKRIPSI dan dinyatakan telah memenuhi persyaratan untuk mengikuti sidang SKRIPSI.

Palembang, 18 Agustus 2023

Pembimbing I

Pembimbing II

Fery Antony S.T., M.Kom
NIK. 2003.01.00.67

Ricky Maulana Fajri, M.Sc
NIK. 2016.01.02.20

Menyetujui,
Ka. Prodi Sistem Komputer

Tasmi, S.Si., M.Kom
NIK. 2017.01.0230

Lampiran F Surat Rekomendasi Sidang Skripsi

REKOMENDASI SIDANG SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa:

Nama : Wulandari

NPM : 2018310058

Judul Skripsi : Analisis Komparasi Pengukuran Gula Darah Secara *Invasive*
Dan *Non Invasive* Dengan Arduino

Benar telah menyelesaikan Skripsi dan penulisan laporan Skripsi yang dibuktikan dengan 1 (satu) berkas laporan dan surat keterangan telah menyelesaikan Skripsi

Palembang, 18 Agustus 2023

Pembimbing I,



Fery Antony S.T., M.Kom
NIK. 2003.01.00.67

Pembimbing II,



Ricky Maulana Fajri
NIK. 2016.01.02.20

Menyetujui,

Ka. Prodi Sistem Komputer



Tasmi, S.Si., M.Kom
NIK. 2017.01.0230

Lampiran G Surat Keterangan Revisi Proposal Skripsi

UIGM SURAT KETERANGAN REVISI PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER (SI)
FASILKOM UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI

Kami yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa:

Nama : Wulandari
NPM : 2018310058
Judul Skripsi : Implementasi Alat Ukur Kadar Gula Dalam Darah Secara *Non-Invasive*
Menggunakan Arduino

Mahasiswa yang namanya tercantum diatas, telah selesai merevisi penulisan
PROPOSAL SKRIPSI dan dinyatakan telah memenuhi persyaratan untuk
mengikuti mata kuliah SKRIPSI.

Palembang, 2 Januari 2023

Penguji I,



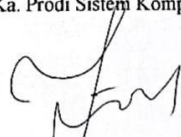
Tasmi, S.Si., M.Kom
NIRP: 2017.01.02.30

Penguji II,



Fery Antony, ST., M.Kom
NIRP: 2003.01.0067

Menyetujui,
Ka. Prodi Sistem Komputer



Fery Antony, ST., M.Kom
NIK. 2003.01.0067

Lampiran H Halaman Pengesahan dengan Dua Pembimbing

ANALISIS KOMPARASI PENGUKURAN GULA DARAH
SECARA INVASIVE DAN NON-INVASIVE DENGAN
ARDUINO

HALAMAN PENGESAHAN

Oleh
Wulandari
NIM: 2018310058
(Program Studi Sarjana Sistem Komputer)

Universitas Indo Global Mandiri

Menyetujui
Tim Pembimbing

Palembang, 28 Agustus 2023

Ketua



Fery Antony, S.T., M.Kom
NIK. 2003.01.00.67

Anggota



Rickv Maulana Fajri, M.Sc
NIK. 2016.01.02.20