

**PROTOTIPE ALAT PENGUKUR KADAR GULA DARAH
NON-INVASIVE BERBASIS IOT (THINGSPEAK)**

SKRIPSI

**OLEH:
HILMY ALIFATUNNISA
NIM. 200604110031**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

HALAMAN PENGAJUAN

**PROTOTIPE ALAT PENGUKUR KADAR GULA DARAH
NON-INVASIVE BERBASIS IOT (THINGSPEAK)**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**HILMY ALIFATUNNISA
NIM. 200604110031**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

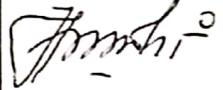
PROTOTYPE ALAT PENGUKUR KADAR GULA DARAH NON-INVASIVE BERBASIS IOT (THINGSPEAK)

SKRIPSI

Oleh:

Hilmy Alifatunnisa
NIM. 200604110031

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Diterima sebagai Salah
Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 17 September 2024

Penguji Utama	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIP. 19870215 202321 2 031	
Ketua Penguji	<u>Ahmad Luthfin, S.Si., M.Si.</u> NIP. 19860504 201903 1 009	
Sekretaris Penguji	<u>Muthmainnah, M.Si</u> NIP. 19860325 201903 2 009	
Anggota Penguji	<u>Naqibatun Nadliriyah, S.Si. M.Si.</u> NIP. 19920221 201903 2 020	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : HILMY ALIFATUNNISA

NIM : 200604110031

Jurusan : FISIKA

Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI

Judul Penelitian : Prototipe Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non-Invasive* Berbasis IoT (Thingspeak)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang telah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakannya maka saya bersedia untuk menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Malang, 21 Oktober 2024
Yang Membuat Pernyataan



Hilmy Alifatunnisa
NIM. 20060410031

MOTTO

وَمَنْ يَتَّقِ اللَّهَ يَجْعَلْ لَهُ مَخْرَجًا وَيَرْزُقْهُ مِنْ حَيْثُ لَا يَحْتَسِبُ وَمَنْ يَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ فَهُوَ حَسْبُهُ إِنَّ اللَّهَ بَالِغُ أَمْرِهِ قَدْ جَعَلَ اللَّهُ لِكُلِّ شَيْءٍ قَدْرًا

Barang siapa bertakwa kepada Allah maka Dia akan menjadikan jalan keluar baginya, dan memberinya rezeki dari jalan yang tidak ia sangka, dan barang siapa yang bertawakal kepada Allah maka cukuplah Allah baginya, Sesungguhnya Allah melaksanakan kehendak-Nya, Dia telah menjadikan untuk setiap sesuatu kadarnya.

“Orang lain ga akan bisa paham *struggle* dan masa sulit nya kita yang mereka ingin tau hanya bagian *success stories*. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun ga ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita dimasa depan akan sangat bangga dengan apa yang diperjuangkan hari ini, tetap berjuang ya!”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, yang telah memberikan kekuatan serta kemudahan hingga skripsi ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman. Dengan penuh cinta dan rasa terima kasih yang mendalam, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Cinta pertama dan panutanku, Bapak Sumanto. Terima kasih atas semua pengorbanan dan kesabaran yang telah diberikan sepanjang hidupku. Doa, kasih sayang, serta dukungan Bapak selalu menjadi kekuatan dan inspirasi terbesar dalam setiap langkahku. Semoga apa yang aku capai ini bisa menjadi kebanggaan dan wujud kecil dari balasan atas segala kebaikan dan kasih sayang Bapak.
2. Wanita tercantik dan terhebat sepanjang hidupku serta pintu surgaku, Ibu Istikhanah. Ibu yang selalu hadir dengan doa-doa tulus, dukungan tanpa syarat, dan cinta yang tak pernah pudar. Setiap langkah dan pencapaian yang aku raih tak lepas dari semangat dan ketulusan Ibu. Semoga skripsi ini bisa menjadi wujud kecil dari rasa terima kasih atas semua yang telah Ibu berikan.
3. Adik-adikku Tercinta, Ammar Haidar dan Ibnu Abdan Fadhilah. Kalian adalah sumber semangat dan kebahagiaan dalam hidupku. Terima kasih atas canda tawa, dukungan, dan kehadiran kalian yang selalu mengingatkanku untuk terus berjuang. Semoga apa yang telah aku capai ini dapat menjadi inspirasi bagi kalian, sebagaimana kalian telah menjadi inspirasi bagiku.

4. Keluarga besar. Terima kasih atas segala doa, dukungan, dan kebersamaan yang selalu memberi kekuatan dalam setiap langkah perjuangan saya.
5. Sahabat Tercinta. Aliza Qory Imeltha, Farah Fauziah dan Sephia Difa Adila. Mereka seperti saudaraku sendiri yang selalu mendukungku, membantuku, menghiburku dan selalu memberikan kasih sayang layaknya seperti seorang saudara kandung.
6. Irvan Wahyubil Rizki, terima kasih telah berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, meluangkan baik tenaga, pikiran, materi maupun moril kepada saya dan telah mendengarkan keluh kesah saya selama penulisan ini.
7. Para sahabat rantauanku, Eka, Iva, Ais, Nicky, Tegar, Jul, Akbar, Vicko, Umam dan April yang telah memberiku semangat juga dukungan dan membuat perjalanan perkuliahan ini menjadi menyenangkan.
8. Teman-Teman Fisika angkatan 2020. Spesial untuk Adhea, Via, Valen, dan Made yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan ini, dan terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan kerja sama yang telah kita jalani selama ini.
9. Para Youtuber. Windah Basudara, MiawAug, Afif Yulistian serta Tim Kaciw dan Tim Backroom yang selalu menghiburku selama perjalanan perkuliahan ini, karena konten Youtube kalian aku jadi sering tertawa.
10. Hilmy Alifatunnisa, ya! Diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terimakasih karena terus berusaha dan tidak menyerah, serta senantiasa menikmati setiap prosesnya yang bisa dibilang tidak mudah. Terimakasih sudah bertahan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpah rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal penelitian ini dengan baik. Sholawat serta salam tercurahkan pada Nabi Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari jaman kegelapan menuju jaman yang terang benderang. Semoga syafaatnya mengalir pada kita di yaumul akhir kelak. Aamiin.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih atas terselesaikannya penelitian skripsi ini dengan judul “**Prototipe Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non-Invasive* Berbasis IoT (Thingspeak)**”, yang mana dalam proses penyusunan skripsi ini penulis mendapat banyak bimbingan, nasihat, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat sehingga penulis dapat menulis skripsi ini.
2. Bapak dan ibu penulis yang telah memberikan dukungan, nasihat restu dan doa yang tak mungkin terbalas, serta keluarga besar penulis.
3. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M. Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

6. Ibu Muthmainnah, M.Si dan Ibu Naqiibatin Nadriliyah, S.Si. M.Si, selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dengan tutur kata yang lembut, memberi arahan dengan baik, dan selalu sabar dengan penulis selama proses penulisan skripsi ini. Setiap masukan dan saran yang diberikan sangat berharga dan telah membantu penulis untuk mengembangkan pengetahuan serta kemampuan penulis.
7. Ibu Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si dan Bapak Ahmad Luthfin, S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang sangat membantu penulis dalam memperbaiki dan mengembangkan pemahaman penulis.
8. Segenap Dosen, Laboran dan Admin Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Teman teman yang telah memberi dukungan kepada penulis.

Malang, 22 Oktober 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
المُلخَص البَحْث	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.2 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Glukosa Darah	9
2.1.1 Pengertian Glukosa Darah.....	9
2.1.2 Faktor yang mempengaruhi kadar glukosa darah	9
2.1.3 Jenis Jenis Pemeriksaan Gula Darah.....	12
2.2 <i>Photoplethysmograph</i> (PPG)	15
2.3 Gelombang Cahaya dan Gula Darah	17
2.4 Hukum <i>Lambert - Beer</i>	19
2.5 Cahaya Infrared (IR) dan Cahaya Merah (RED)	21
2.6 Ketebalan Sampel	21
2.7 Sensor MAX30102	22
2.8 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266	24
2.9 LCD (Liquid Crystal Display) 16x2	24
2.10 <i>Internet of Things</i>	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Jenis Penelitian	26
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	27
3.3.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	27
3.3.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	27
3.4 Diagram Alir Penelitian	28
3.5 Diagram Alir Alat	28
3.6 Prosedur Penelitian	29
3.6.1 Studi Literatur	29

3.6.2 Perancangan alat.....	30
3.6.3 Pengambilan Sampel dan Kalibrasi Alat.....	31
3.6.4 Analisis dan Pengolahan Data.....	33
3.7 Metode Pengambilan Data.....	33
3.8 Pengolahan dan Analisis Data	35
3.8.1 Simpangan Baku (Standar Deviasi)	36
3.8.2 Uji Akurasi	37
3.8.3 Uji Presisi	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil Penelitian	39
4.2 Perancangan Alat	39
4.2.1 Perancangan <i>Hardware</i>	40
4.2.2 Perancangan <i>Software</i>	42
4.3 Pengambilan Data	43
4.4 Uji Validasi Alat	46
4.5 Analisis dan Pembahasan	51
4.5 Kajian Keislaman.....	57
BAB V PENUTUP.....	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Metode pemasangan sensor optik: (a) Refleksi (b)Transmisi.....	16
Gambar 2. 2	Prinsip Kerja Photoplethysmograph mode Refleksi	17
Gambar 2. 3	Efek glukosa terhadap jalur cahaya.....	19
Gambar 2. 4	Transmisi Hukum Lambert Beer.....	20
Gambar 2. 5	Sensor MAX30102	22
Gambar 2. 6	Konsep IoT (<i>Internet of Things</i>)	25
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3. 2	Diagram Alir Alat	29
Gambar 3. 3	Gambar Rancangan Alat	30
Gambar 3. 4	Rangkaian alat perangkat keras (<i>Hardware</i>).....	30
Gambar 4. 1	Pengujian sensor MAX30102	41
Gambar 4. 2	Pengujian LCD Display	42
Gambar 4. 3	Tampilan ThingSpeak pada PC.....	43
Gambar 4. 4	Tampilan Thingspeak pada <i>Smartphone</i>	43
Gambar 4. 5	Hubungan antara Nilai Kadar Gula Darah dengan Jumlah.....	45
Gambar 4. 6	Grafik perbandingan antara nilai kadar gula darah <i>invasive</i>	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Spesifikasi Pin Sensor MAX30102.....	23
Tabel 3. 1	Tabel Data Kalibrasi Alat.....	32
Tabel 3. 2	Pengujian Pengaruh ketebalan jari terhadap alat ukur <i>non-</i>	34
Tabel 3. 3	Data Uji Validasi Alat.....	36
Tabel 4. 1	Pinout ESP8266 ke sensor MAX30102	40
Tabel 4. 2	Pinout ESP8266 ke LCD Display	41
Tabel 4. 3	Data Pengambilan Nilai Sinar IR dan RED	44
Tabel 4. 4	Data Pengambilan Nilai Kadar Gula Darah	46
Tabel 4. 5	Data Uji Validasi Alat.....	47
Tabel 4. 6	Uji Normalitas Data Nilai Kadar Gula Darah Non-Invasive	49
Tabel 4. 7	Uji t Pengaruh ketebalan jari terhadap pengukuran kadar	50

ABSTRAK

Alifatunnisa, Hilmy. 2024. **Prototipe Alat Pengukur Kadar Gula Darah Berbasis IoT (Thingspeak)**. Skripsi. Program Studi Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Muthmainnah, M.Si. (II) Naqiibatin Nadliriyah, M.Si.

Kata Kunci : Kadar Gula darah, *Internet of Things*(IoT).

Kadar glukosa merujuk pada jumlah glukosa dalam plasma darah. Untuk merawat diabetes dengan baik, penting untuk memantau kadar gula darah dengan benar dan akurat. Saat ini, sebagian besar orang menggunakan metode *invasive* yaitu menggunakan jarum untuk melukai penderita dan mengambil darahnya untuk mengukur glukosa dalam darah. Kelemahan metode ini adalah bahwa itu menyebabkan rasa sakit yang dialami oleh penderita serta dampak psikososial pada mereka yang memiliki ketakutan terhadap jarum suntik. Penelitian ini yaitu membuat alat ukur kadar gula darah *non-invasive* menggunakan sensor MAX30102 dengan metode *photoplethysmograph* serta mengetahui karakteristik dari alat yang dibuat dan menganalisis pengaruh ketebalan jari terhadap hasil pengukuran kadar gula darah *non-invasive* dengan melakukan uji-t pada aplikasi SPSS. Hasil dari penelitian ini yaitu memiliki rata-rata nilai standar deviasi sebesar 1,316, rata-rata nilai presisi sebesar 98,43% dan nilai rata-rata akurasi sebesar 98,08%. Hasil dari uji-t penelitian ini yaitu adanya pengaruh ketebalan jari terhadap hasil pengukuran kadar gula darah *non-invasive* secara signifikan yang memiliki nilai signifikan yaitu 0,010 atau p value < 0,05.

ABSTRACT

Alifatunnisa, Hilmy. 2024. **Prototype of Non-Invasive Blood Glucose Measuring Device Based on IoT (Thingspeak)**. Thesis. Physics Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisors: (I) Muthmainnah, M.Si. (II) Naqibatn Nadliriyah, M.Si.

Keywords: Blood Glucose Level, Internet of Things (IoT).

Glucose levels refer to the amount of glucose in the blood plasma. To take good care of diabetes, it is important to monitor blood sugar levels correctly and accurately. Currently, most people use the invasive method which is using a needle to wound the sufferer and draw blood to measure glucose in the blood. The drawback of this method is that it causes pain experienced by sufferers as well as psychosocial impact on those who have fear of needles. This research is to make a non-invasive blood sugar level measuring instrument using the MAX30102 sensor with the photoplethysmograph method and determine the characteristics of the device made and analyze the effect of finger thickness on the results of measuring non-invasive blood sugar levels by conducting a t-test on the SPSS application. The results of this study are having an average standard deviation value of 1.316, an average precision value of 98.43% and an average accuracy value of 98.08%. The results of the t-test of this study are the effect of finger thickness on the results of measuring non-invasive blood sugar levels significantly which has a significant value of 0.010 or p value <0.05.

الملخص البحث

أليفة النساء، حلمي. 2024. نموذج أولي لجهاز قياس نسبة السكر في الدم غير الجائر قائم على إنترنت الأشياء (Thingspeak) أطروحة. برنامج الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفون (I): مطمئنة، (II) M.Si. نقيبة نصيرية، M.Si.

الكلمات المفتاحية: مستوى السكر في الدم، إنترنت الأشياء

تشير مستويات الجلوكوز إلى كمية الجلوكوز في بلازما الدم. للعناية الجيدة بداء السكري، من المهم مراقبة مستويات السكر في الدم بشكل صحيح ودقيق. في الوقت الحالي، يستخدم معظم الأشخاص الطريقة الجراحية وهي استخدام إبرة لجرح المصاب وسحب الدم لقياس مستوى الجلوكوز في الدم. ومن عيوب هذه الطريقة أنها تسبب ألمًا يعاني منه المصابون بالإضافة إلى تأثيرها النفسي والاجتماعي على من لديهم خوف من الإبر. يتمثل هذا البحث في صنع جهاز قياس مستوى السكر في الدم غير الجراحي باستخدام جهاز استشعار MAX30102 بطريقة قياس مستوى السكر في الدم بطريقة قياس مستوى السكر في الدم بطريقة قياس مستوى السكر في الدم غير الجراحي وتحديد خصائص الجهاز المصنوع وتحليل تأثير سُمك الإصبع على نتائج قياس مستويات السكر في الدم غير الجراحية من خلال إجراء اختبار t-t-test على تطبيق SPSS. وكانت نتائج هذه الدراسة بمتوسط قيمة انحراف معياري قدره 1.316 ومتوسط قيمة دقة قدرها 98.43% ومتوسط قيمة دقة قدرها 98.08%. تتمثل نتائج اختبار t-t-test لهذه الدراسة في تأثير سُمك الإصبع على نتائج قياس مستويات السكر في الدم غير الجراحية بشكل كبير بقيمة معنوية 0.010 أو قيمة $p < 0.05$

BAB I

PENDAHULUAN

1.2 Latar Belakang

Zaman modern telah mengalami kemajuan yang signifikan seiring dengan kemajuan dalam teknologi dan ilmu pengetahuan. Setiap tahun, penemuan teknologi terus berkembang. Saat ini, berbagai alat komunikasi dan informasi dapat diakses berkat kemajuan teknologi. Dengan perkembangan teknologi, pola pikir manusia menjadi lebih suka mencari dan memecahkan masalah. Alat tersebut dibuat dan memiliki semua fungsinya. Karena teknologi semakin canggih, manusia akan terus menunjukkan keterampilan mereka dan membuat inovasi untuk membuat teknologi baru. Penemuan-penemuan ini memperoleh manfaat yang besar bagi kehidupan manusia (Sari & Sueb, 2019).

Selain Al-Quran dan hadis, agama Islam sangat memperhatikan kesehatan. Salah satunya yang memengaruhi kualitas hidup seseorang adalah kesehatannya. Kesehatan gizi, kebersihan, dan kebaikan adalah topik penting dalam Islam sebagai agama yang hakiki. Hal ini dapat membantu tubuh manusia yang diciptakan oleh Allah bekerja sama dengan keadaan alami atau fitrah. Seperti firman Allah SWT dalam surat Al-Araf ayat 31 yang berbunyi :

يٰۤاَيُّهَا اٰدَمُ خُذْ وَاٰدَمَ حٰدُوۡا زِيۡنَتَكُمْ عِنۡدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوۡا وَاشْرَبُوۡا وَلَا تُسْرِفُوۡا اِنَّهٗ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِيۡنَ

Artinya :

“Wahai anak cucu Adam! Pakailah pakaianmu yang bagus pada setiap (memasuki) masjid, makan dan minumlah, tetapi jangan berlebihan. Sungguh, Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan” (Q. S Al-A’raf (7):31).

Al-musrifin berarti yaitu melampaui batas atau terlalu banyak. Allah SWT tidak menyukai orang yang terlalu banyak makan dan minum. Sebab terlalu banyak makan dan minum dapat memicu penyakit dan menurunkan kualitas hidup. Oleh karena itu, makananlah hanya saat merasa lapar dan berhenti setelah kenyang, sebaliknya, minumlah air ketika Anda haus dan berhenti begitu rasa haus hilang (Nahar & Hidayatulloh, 2021)

Seperti dalam firman Allah pula dalam surat An Nur ayat 35 yang berbunyi :

اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ ۚ مِثْلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۚ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ ۚ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ
 دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ ۚ نُورٌ عَلَى نُورٍ ۗ
 يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ ۚ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ ۗ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

Artinya:

"Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya Allah, adalah seperti sebuah lubang yang tak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam kaca (dan) kaca itu seakan-akan bintang (yang bercahaya) seperti mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di sebelah timur (sesuatu) dan tidak pula di sebelah barat(nya), yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah membimbing kepada cahaya-Nya siapa yang dia kehendaki, dan Allah memperbuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu"(Q. S. An-Nur (24):35).

Dalam ayat 35 Surat An-Nur, disebutkan bahwa Allah adalah pemberi cahaya bagi langit dan bumi, serta seluruh isinya. Pada saat wahyu ini diturunkan, Allah memperlihatkan cahaya-Nya melalui bentuk yang bisa dilihat dan dirasakan oleh manusia, seperti cahaya lampu yang dianggap paling terang pada masa itu. Meskipun kini cahaya lampu tersebut mungkin tampak tak berarti dibandingkan dengan lampu listrik berdaya seribu watt atau lampu yang mampu menembus lapisan, kekuatan alam semesta yang bersumber dari cahaya tidak bisa dibandingkan dengan apapun buatan manusia termasuk cahaya laser.

Tubuh menggunakan darah untuk mengangkut berbagai jenis bahan antar sel dan lingkungan luar antar sel. Darah terdiri dari plasma cair kompleks yang terdiri dari sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah (trombosit). Eritrosit, juga dikenal sebagai eritrosit, pada dasarnya adalah vesikel hemoglobin yang terbungkus dalam membran plasma dan mengangkut oksigen dalam darah. Leukosit, yang juga disebut sebagai sel darah putih, yaitu komponen pelindung sistem pertahanan tubuh yang dibawa menuju area cedera atau lokasi invasi mikroorganisme patogen. Trombosit bertanggung jawab atas proses homeostasis, yang berarti menghentikan pendarahan dari pembuluh darah yang terluka (Fitryadi & Sutikno, 2017). Seluruh proses metabolisme tubuh akan terganggu jika darah terganggu.

Diabetes adalah kelainan metabolisme yang disebabkan oleh kelainan darah yang menyebabkan pankreas tubuh manusia tidak mampu menghasilkan insulin secara normal. Insulin yaitu hormon yang mengendalikan dan menjaga kadar gula darah stabil tanpa menyebabkan hiperglikemia (Hotma, 2014). Diabetes Melitus dibagi menjadi empat tipe yaitu diabetes tipe 1, diabetes tipe 2, diabetes gestasional, dan tipe khusus atau spesifik (Association, 2015). Kadar glukosa merujuk pada jumlah glukosa dalam plasma darah. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar glukosa darah meliputi peningkatan jumlah makanan yang dikonsumsi, faktor stres dan emosi, bertambahnya berat badan dan usia, serta aktivitas fisik (Jiwintarum et al., 2019). Untuk merawat diabetes dengan baik, penting untuk memantau kadar gula darah dengan benar dan akurat. Saat ini, sebagian besar orang menggunakan metode *invasive* atau menggunakan alat ukur *invasive*. Metode *invasive* menggunakan jarum untuk melukai penderita dan mengambil darahnya

untuk mengukur glukosa dalam darah. Kelemahan metode ini adalah bahwa itu menyebabkan rasa sakit yang dialami oleh penderita serta dampak psikososial pada mereka yang memiliki ketakutan terhadap jarum suntik (Ahada & Subur, 2023).

Perkembangan teknologi sensor optik dalam beberapa tahun terakhir telah membuka peluang baru untuk pengembangan alat ukur kadar gula darah non-invasif. Alat ini mengukur kadar gula darah dengan menggunakan cahaya yang dipancarkan melalui jaringan pembuluh darah kulit dan kemudian diterima oleh sensor. Secara tidak langsung, perubahan dalam cahaya yang diserap oleh darah dapat digunakan untuk mengestimasi kadar gula darah. Keunggulan utama dari sensor optik yaitu metodenya yang *non-invasive*, atau tidak menggunakan jarum tusuk sehingga mengurangi ketidaknyamanan pengguna.

Penelitian yang menggunakan sinar infra merah dan sinar merah untuk mengukur kadar glukosa telah dilakukan oleh banyak peneliti. Salah satunya adalah penelitian Siti Afraghassani dan lainnya yang menghasilkan alat "GLUTIC". Alat ini memanfaatkan sensor serat optik dan fotodetektor. Dalam penelitian tersebut, sensor serat optik dibuat dengan memodifikasi cladding serat optik. Cladding asli dihapus, menyisakan inti serat optik, yang kemudian dilapisi dengan cladding baru dari karbon yang didoping tembaga. Serat optik tersebut kemudian dicelupkan ke dalam larutan urin yang mengandung glukosa. Interaksi antara serat optik dan glukosa menyebabkan perubahan pada sifat optik cladding, dan perubahan ini dideteksi oleh fotodetektor. Fotodetektor mengubah sinyal menjadi tegangan, yang selanjutnya dikonversi menjadi kadar glukosa dan ditampilkan di layar LCD. Dari penelitian ini didapat bahwa nilai kadar glukosa pada urin berbanding terbalik terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan (Afraghassani et al., 2019).

Haryono Suyono, dkk merancang alat pengukur kadar gula dalam darah dengan menggunakan sensor Infrared, sensor Photodiode dan mikrokontroller Arduino Uno dengan teknik *non-invasive*. Hasil pengukuran secara *invasive* menunjukkan persentase kesalahan rata-rata yaitu 2,14 % dan memiliki keakuratan pembacaan sekitar 97,86 % (Suyono & Hambali, 2020). Bagas Tri Fariza membuat alat ukur kadar gula darah *non-invasive* dengan memanfaatkan IoT dimana fungsi dari IoT itu untuk memonitoring lewat aplikasi telegram, dan memanfaatkan sensor MAX30102. Hasil pengukuran memiliki nilai akurasi sebesar 90,9% dan memiliki nilai error sebesar 9,1% (Fariza, T.B, 2022). Susi Nurindah, dkk menggunakan sensor fotodiode dan mikrokontroler Arduino Nano untuk pengukuran kadar gula darah *non-invasive*. Akurasi pembacaan dari alat tersebut sekitar 99,67% berdasarkan temuan perhitungan persentase kesalahan, atau ketidaktepatan rata-rata 0,33% (Nurindah & Daulay, 2023).

Peluang untuk pemantauan yang lebih canggih muncul ketika platform IoT seperti Thingspeak diintegrasikan. Dengan menggunakan jaringan IoT, data yang dihasilkan oleh alat ukur kadar gula darah dapat dengan mudah diunggah dan diakses secara *real-time*. Ini memungkinkan individu yang menderita diabetes untuk dipantau dari jarak jauh dan profesional kesehatan untuk memantau mereka dengan lebih baik. Meskipun prospek ini sangat menjanjikan, pengembangan alat ukur kadar gula darah yang menggunakan sensor optik berbasis *Internet of Things* (Thingspeak) masih relatif baru dan terbatas.

Tantangan utama dalam pengembangan alat ukur *non-invasive* adalah membuat alat ukur kadar gula darah yang presisi dan akurasi tinggi. Hal ini karena kondisi kulit yang berbeda setiap orang, perubahan lingkungan sehari-hari, dan

perbedaan fisiologis yang signifikan dapat memengaruhi hasil pengukuran. Dibutuhkan pengembangan teknologi sensor optik yang dapat memberikan hasil pengukuran yang lebih luas dengan melibatkan parameter lain karena ketidakpastian dalam data yang dihasilkan oleh sensor optik. Pengaruh ketebalan jari pada pengukuran kadar gula secara *non-invasive* belum dibahas dalam penelitian sebelumnya.

Berdasarkan uraian tersebut pengembangan alat ukur kadar gula darah *non-invasive* yang praktis, akurat, dan terhubung dengan *Internet of Things* (IoT) memiliki potensi besar untuk meningkatkan pemantauan dan pengelolaan diabetes. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat ukur kadar gula darah yang *non-invasive* dan terhubung dengan IoT menggunakan sensor optik. Penelitian ini akan fokus pada pemantauan kadar gula darah, kenyamanan pengguna, dan integrasi dengan platform Thingspeak untuk pemantauan jarak jauh serta pengaruh ketebalan jari terhadap hasil pengukuran *non-invasive*. Pengembangan alat ini dapat memberikan manfaat signifikan bagi individu yang menderita diabetes karena harus pengecekan rutin dan masyarakat secara umum dengan memberikan kenyamanan dalam pengukuran gula darah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik prototipe alat ukur kadar gula darah *non-invasive* berbasis IoT (Thingspeak)?
2. Bagaimana pengaruh ketebalan jari terhadap hasil pengukuran pada alat ukur kadar gula darah *non-invasive* berbasis IoT (Thingspeak)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakteristik prototipe alat ukur kadar gula darah *non-invasive* berbasis IoT (Thingspeak).
2. Mengetahui pengaruh ketebalan jari terhadap hasil pengukuran pada alat ukur gula darah *non-invasive* berbasis IoT (Thingspeak).

1.4 Batasan Masalah

Untuk memastikan penelitian memiliki arah dan fokus yang jelas sehingga dapat dilakukan secara efektif dan efisien, perlu dibuat batasan masalah dari rumusan masalah tersebut. Berikut adalah batasan-batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini:

1. Menggunakan sensor MAX30102 dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266.
2. Menggunakan IoT dengan web Thingspeak.
3. Karakteristik yang diteliti adalah standar deviasi, presisi dan akurasi dari alat yang dirancang.
4. Bagian tubuh yang diukur yaitu pada ujung jari tengah tangan kanan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis

Dapat dijadikan sebagai referensi dan suatu acuan bagi lingkungan akademik atau pendidikan khususnya pada penelitian yang akan

dilaksanakan oleh peneliti selanjutnya mengenai hal perkembangan teknologi mikrokontroler portable.

2. Manfaat Praktis

Dapat merealisasikan alat ukur kadar gula darah dengan teknik *non-invasive* berbasis IoT, sehingga dapat mengidentifikasi nilai kadar gula darah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Glukosa Darah

2.1.1 Pengertian Glukosa Darah

Kadar glukosa darah, atau disebut juga gula darah, menunjukkan jumlah glukosa yang ada dalam darah. Glukosa darah, yang dikenal pula sebagai glukosa serum, dikendalikan secara ketat oleh tubuh dan berfungsi sebagai sumber energi utama. Selain itu, glukosa juga digunakan oleh tubuh untuk membentuk karbohidrat lain, seperti glikogen, ribosa, deoksiribosa dalam asam nukleat, galaktosa dalam laktosa susu, serta glikolipid, glikoprotein, dan proteoglikan (Fahmi et al., 2020).

Glukosa memainkan peran penting dalam produksi energi dan menjadi bahan bakar utama bagi jaringan tubuh. Kadar glukosa darah berkaitan erat dengan diabetes. Diabetes dapat didiagnosis ketika kadar gula darah melebihi 200 mg/dL, diikuti oleh gejala seperti sering buang air kecil (poliuria), rasa haus berlebihan (polidipsia), rasa lapar berlebihan (polifagia), penurunan nafsu makan, serta peningkatan berat badan yang tidak dapat dijelaskan (Lutfi, 2020).

2.1.2 Faktor yang mempengaruhi kadar glukosa darah

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar glukosa darah yaitu sebagai berikut:

a . Frekuensi makan

Jumlah makanan yang dikonsumsi setiap hari disebut frekuensi makan, yang mencakup sarapan, makan siang, makan malam, dan camilan. Proses pencernaan makanan berlangsung secara alami dari mulut hingga usus halus. Lama

waktu makanan berada di dalam lambung bervariasi tergantung pada jenis dan sifat makanan tersebut. Jika memiliki perut kosong selama tiga hingga empat jam, alangkah baiknya untuk mengatur jadwal makan. Untuk mengurangi angka penderita gula darah tinggi di Indonesia, perlu menjaga pola makan sejak dini karena frekuensi makan yang berlebihan akan mengakibatkan gangguan metabolisme (Oroh, 2018).

Karbohidrat adalah komponen penting dari diet manusia. Selain itu, polisakarida karbohidrat tidak mampu diserap secara langsung, jadi harus dipecah menjadi lebih kecil agar dapat diserap oleh saluran pencernaan. Sebuah monosakarida, glukosa, menyerap sebagian besar karbohidrat yang ditemukan dalam makanan ke dalam darah. Hati mengubah gula tambahan menjadi glukosa (Fahriza, 2019).

b. Aktivitas fisik

Kadar gula darah dipengaruhi oleh aktivitas fisik. Otot membutuhkan lebih banyak gula sebagai hasil dari aktivitas fisik yang lebih banyak. Akibatnya, kadar gula darah turun secara drastis (hipoglikemia) dan sebaliknya, jika kadar gula darah lebih tinggi daripada yang dapat disimpan tubuh karena kurangnya aktivitas fisik, kadar gula darah akan meningkat (hiperglikemia) (Fahriza, 2019).

c. Hormon

Kadar gula darah dapat berubah karena perubahan hormon yang terjadi selama siklus menstruasi. Kadar progesteron yang tinggi menyebabkan resistensi insulin, yang berarti kadar gula darah lebih tinggi dari normal. Sebaliknya, kadar estrogen yang lebih tinggi dapat menyebabkan sensitivitas insulin meningkat, yang

berarti kadar gula darah lebih rendah dari normal. Peradangan ringan yang terjadi sebelum menstruasi juga dapat dikaitkan dengan perubahan gula darah ini (Fahriza, 2019).

Hormon-hormon seperti estrogen dan testosteron memiliki pengaruh signifikan terhadap metabolisme gula darah. Estrogen, misalnya, meningkatkan sensitivitas insulin pada wanita, mempercepat penyerapan glukosa oleh otot rangka, dan berperan dalam peningkatan sekresi insulin serta efek incretin. Pada pria, kadar testosteron yang rendah seringkali berkaitan dengan resistensi insulin, obesitas, dan peningkatan risiko diabetes tipe 2 (Dhindsa, S., 2013). Pria dengan kekurangan testosteron berisiko lebih tinggi mengalami gangguan metabolisme, termasuk resistensi insulin dan sindrom metabolik, yang pada akhirnya dapat memicu diabetes (Auer, M.K., 2020).

d. Konsumsi alkohol

Konsumsi alkohol terkait dengan hipoglikemia, yaitu gula darah rendah yang disebabkan oleh ketidakseimbangan dalam metabolisme glukosa. Metabolisme etanol, alkohol yang dikonsumsi, melibatkan enzim alkohol dehidrogenase (ADH) yang terutama ditemukan di hati. Proses konversi etanol menjadi asetaldehida menghasilkan sejumlah besar zat pereduksi di hati, termasuk NADH. Peningkatan kadar NADH ini dapat menghambat glikogenolisis. Selain itu, alkohol juga mengganggu aktivitas enzim yang terlibat dalam glukoneogenesis dan lipogenesis.

e. Usia

Seiring dengan bertambahnya usia, perubahan fisik serta penurunan fungsi tubuh dapat berdampak pada asupan dan penyerapan nutrisi. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa masalah gizi pada orang lanjut usia sering kali berhubungan dengan kelebihan berat badan atau obesitas, yang bisa memicu penyakit degeneratif seperti diabetes (Fahriza, 2019). Pada usia < 6 tahun, gula darah normal berkisar antara 100-200 mg/dl, gula darah puasa sekitar +/- 100 mg/dl, dan gula darah setelah makan dan sebelum tidur sekitar +/- 200 mg/dl. Untuk usia 6 - 12 tahun gula darah normal berkisar antara 70-150 mg/dl, gula darah puasa sekitar +/- 70 mg/dl dan gula darah setelah makan dan sebelum tidur sekitar +/- 150 mg/dl. Untuk usia > 12 tahun gula darah normal berkisar antara < 100 mg/dl, gula darah puasa sekitar 70-130 mg/dl dan gula darah setelah makan dan sebelum tidur sekitar +/- 180 mg/dl (setelah makan) dan 100-140 mg/dl (sebelum tidur) (Kamelia, 2023).

2.1.3 Jenis Jenis Pemeriksaan Gula Darah

Adapun beberapa jenis pemeriksaan gula darah sebagai berikut :

a. Gula darah puasa (GDP)

Cara termudah dan tercepat untuk mengukur kadar gula darah dan mendiagnosis diabetes adalah dengan melakukan tes gula darah puasa. Pasien diminta untuk berpuasa selama sepuluh hingga dua belas jam sebelum pemeriksaan, Pasien diminta untuk berpuasa selama sepuluh hingga dua belas jam sebelum pemeriksaan, hanya diperbolehkan mengonsumsi air putih. Puasa ini mengaktifkan hormon bernama glukagon, dihasilkan oleh pankreas dan memicu pelepasan

glukosa ke dalam darah oleh hati. Jika seseorang tidak menderita diabetes, tubuhnya akan merespons dengan mempertahankan kadar glukosa darah dalam rentang normal saat tes glukosa puasa dilakukan (Rismayanti, 2022). Nilai kadar gula darah pada pemeriksaan ini yaitu 70-100 mg/dL dinyatakan normal, 100-125 mg/dL dinyatakan pre-diabetes dan diatas dari 126 mg/dL dinyatakan diabetes (American Diabetes Association, 2021).

b. Gula Darah Sewaktu (GDS)

Serum, plasma, atau darah dapat diambil sebagai sample dari ujung jari. Tes glukosa plasma, yang digunakan sebagai tes skrining diabetes, dapat digunakan untuk mengawasi kadar gula darah untuk tujuan memperbaiki kondisi diabetes selama periode waktu yang lebih lama. Pasien yang membutuhkan diagnosis cepat, seperti pasien hiperglikemik yang memerlukan suplementasi insulin dalam keadaan darurat, tidak perlu berpuasa sebelum melakukan tes ini. Untuk referensi, gula darah normal. antara 80 dan 144 mg/dL, dan untuk orang yang menderita diabetes, di atas 200 mg/dL (Fahmi et al., 2020).

c. Glukosa Darah 2 Jam Postprandial (GD2PP)

Postprandial berarti setelah konsumsi makanan. Tes ini sering dilakukan untuk mengetahui bagaimana tubuh bertindak terhadap gula dan karbohidrat (pati) setelah makan. Kadar gula darah tubuh meningkat drastis selama proses mencerna makanan. Dalam reaksi normal tubuh, pankreas mengeluarkan insulin untuk membantu mengangkut gula dari darah ke otot dan jaringan lain. Setelah dua jam setelah makan, tingkat gula darah dan insulin kembali normal. Jika kadar gula darah seseorang tetap tinggi, mereka diduga menderita diabetes. Terutama, untuk

diagnosis dan pengujian diabetes tipe satu dan tipe dua, tes gula darah setelah makan digunakan. Tes ini juga digunakan untuk melacak komplikasi diabetes dan hasil pengobatan (Rismayanti, 2022). Pada tes ini, nilai kadar gula darah pada < 140 mg/dL dapat dinyatakan normal, 140-199 mg/dL dinyatakan pre-diabetes dan diatas 200 mg/dL dapat dinyatakan diabetes (American Diabetes Association, 2021).

d. HbA1C (hemoglobin glikolitik)

Tes hemoglobin A1c (HbA1c) digunakan untuk menentukan hubungan antara kadar gula darah dan hemoglobin. Hemoglobin, salah satu komponen sel darah merah, bertugas untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh. Tes HbA1c mengukur rata-rata jumlah glukosa yang terikat pada hemoglobin selama tiga bulan terakhir, periode yang sesuai dengan umur sel darah merah. Jika hasil tes HbA1c normal, tes ini perlu diulang setiap tiga tahun. Namun, jika hasilnya menunjukkan pradiabetes, tes harus diulang setiap satu hingga dua tahun (Rismayanti, 2022). Pada tes ini dinyatakan normal jika < 5,7%, dinyatakan pre-diabetes jika 5,7% - 6,4% dan diatas 6,5% dapat dinyatakan diabetes (American Diabetes Association, 2021).

e. Glukosa jam ke-2 tes toleransi glukosa oral (TTGO)

Tes toleransi glukosa oral (OGTT) adalah prosedur yang mengukur kadar gula darah pada saat puasa, setengah jam, satu jam, dan dua jam setelah mengonsumsi 75 gram glukosa yang dilarutkan dalam 100 mililiter air. Tes ini dilakukan pada pasien yang menunjukkan gejala klinis diabetes dan memiliki kadar gula darah yang melebihi batas normal sesuai kriteria diagnostik diabetes.

Dalam tes ini, pasien diberikan karbohidrat dan harus memperhatikan beberapa hal penting, seperti memastikan status gizi normal, tidak menggunakan obat-obatan seperti steroid antiepilepsi, pil KB, salisilat, atau merokok, serta tidak makan atau minum apa pun selama 12 jam sebelum tes. Pasien juga harus berhenti mengonsumsi air beberapa jam sebelum tes. Kadar gula darah dalam OGTT biasanya adalah 70–110 mg/dL saat puasa dan kurang dari 125–160 mg/dL setelah mengonsumsi 75 gram glukosa (Rismayanti, 2022). Pada tes ini dapat dinyatakan normal jika nilai kadar gula darah < 140 mg/dL, pre-diabetes 140-199 mg/dL dan lebih dari 200 mg/dL dapat dinyatakan diabetes (American Diabetes Association, 2021)

Seperti firman Allah SWT dalam surat Al Araf ayat 31 yang berbunyi :

يٰۤاٰدَمُ خُذْ وَاٰدَمَ خُذُوْا زِيْنَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوْا وَاشْرَبُوْا وَلَا تُسْرِفُوْا اِنَّهٗ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِيْنَ

Artinya :

“Wahai anak cucu Adam! Pakailah pakaianmu yang bagus pada setiap (memasuki) masjid, makan dan minumlah, tetapi jangan berlebihan. Sungguh, Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan” (Q. S Al A’raf (7):31).

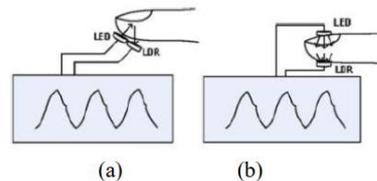
Al-musrifin berarti yaitu melampaui batas atau terlalu banyak. Allah SWT tidak menyukai orang yang terlalu banyak makan dan minum. Sebab terlalu banyak makan dan minum dapat memicu penyakit dan menurunkan kualitas hidup. Oleh karena itu, makanlah hanya saat merasa lapar dan berhenti setelah kenyang, sebaliknya, minumlah air ketika Anda haus dan berhenti begitu rasa haus hilang (Nahar & Hidayatulloh, 2021).

2.2 Photoplethysmograph (PPG)

Photoplethysmograph mengukur perubahan volume darah di jaringan kulit dengan menggunakan sensor optik. Sensor ini menerima sinyal listrik dari cahaya

yang melewati atau dipantulkan akibat perubahan aliran darah saat jantung berdenyut. Teknik ini digunakan untuk mengevaluasi kondisi sistem kardiovaskular (Romadhoni et al., 2019).

Photoplethysmography, juga dikenal sebagai PPG, adalah metode pengukuran optik yang memanfaatkan fotodiode merah dan inframerah (LED) untuk mendeteksi perubahan volume darah dan perubahan cahaya yang diserap ke dalam darah. Fotodiode ini sangat bermanfaat untuk mengukur intensitas cahaya yang terkait dengan perubahan volume darah juga penyerapan cahaya oleh darah. Pengukuran ini dapat dilakukan dalam dua mode: mode transmisi dan mode refleksi. Dalam mode transmisi, fotodiode dan LED ditempatkan di antara LED, dan dalam mode refleksi, fotodiode ditempatkan secara paralel (Putra, 2020) Seperti gambar 2.1 berikut :



Gambar 2. 1 Metode pemasangan sensor optik:

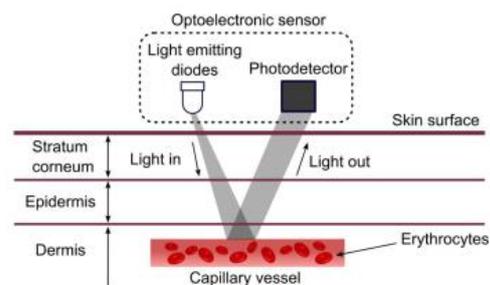
(a) Refleksi (b) Transmisi (Pratiwi, 2016).

Dengan menggunakan fotoelektrik, sinyal *plethysmograph* dapat dideteksi dalam dua cara. Yang pertama adalah mode transmisi, di mana pemancar terdiri dari LED dan fotodiode, yang ditempatkan di depan objek yang akan dideteksi. Yang kedua adalah mode refleksi, di mana cahaya dari LED ditransmisikan melalui jaringan kulit dan dideteksi oleh fotodiode di sisi berlawanan.

Selain menggunakan mode transmisi, mode refleksi juga biasa digunakan untuk mendeteksi sinyal volumetrik. Pada mode ini emitor dan penerima sejajar,

sehingga cahaya LED dari emitor masuk ke jaringan kulit dan dipantulkan sehingga dapat dideteksi oleh fotodiode yang terletak di samping LED. Selain cara transmisi pancarannya, sinyal yang dihasilkan juga berbeda (Saritas et al., 2019)

Mode refleksi adalah mode lain yang sering digunakan untuk mengidentifikasi sinyal volumetrik. Dalam mode ini, emitor dan penerima sejajar, sehingga cahaya LED dari emitor masuk ke jaringan kulit dan dipantulkan oleh fotodiode di samping LED. Sinyal yang dihasilkan dalam mode refleksi juga berbeda karena cara transmisinya (Moraes et al., 2018).



Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Photoplethysmograph mode Refleksi

(Moraes et al., 2018).

PPG bergantung pada sifat hamburan cahaya glukosa dalam darah. Karena glukosa yang lebih tinggi dalam darah mengurangi indeks bias, ketidakselarasan berkas cahaya yang menembus jaringan berkurang. Akibatnya, jumlah cahaya yang diserap lebih sedikit dan intensitas cahaya yang melintasi jaringan lebih besar (Moraes et al., 2018).

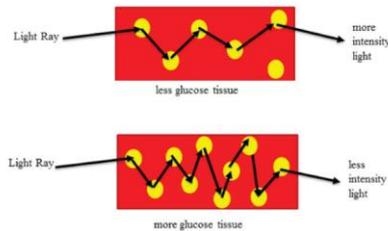
2.3 Gelombang Cahaya dan Gula Darah

Dengan panjang gelombang 940–2500 nm, molekul glukosa pada tubuh yang berada didalam jaringan di bawah kulit dapat diukur melalui penembakan cahaya. Molekul glukosa dapat menyerap atau memantulkan cahaya, yang

berdampak pada cahaya yang dilewatkan (Rezza, 2017). Panjang gelombang infra merah (780 nm–2500 nm) dapat masuk ke dermis, menurut literatur lain. Jaringan kulit akan menyerap cahaya inframerah (Sumarti & Wulandari, 2022). Temuan yang berbeda dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk metode pengukuran yang berbeda, ukuran sampel yang berbeda, atau perbedaan dalam karakteristik populasi yang diteliti dalam masing-masing literatur. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dan integrasi hasil dari kedua literatur ini mungkin diperlukan untuk memahami lebih lanjut hubungan antara gelombang dan kadar gula darah, serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Dalam sampel ini, sel penyerap adalah sel darah, yang mengandung glukosa substrat dengan spektrum unik (Manurung et al., 2019). Dengan panjang gelombang 415 nm, 542 nm, dan 575 nm menunjukkan perubahan dalam spektrum penyerapan gelombang elektromagnetik seiring dengan peningkatan konsentrasi gula dalam darah (Sumarti & Wulandari, 2022). Glukosa memiliki penyerapan maksimum pada panjang gelombang 1037 nm, dan air juga menyerapnya dengan baik. Pada rentang panjang gelombang 1000 nm sampai 1200 nm, terdapat perbedaan dalam penyerapan antara oxy-hemoglobin dan deoxy-hemoglobin. Meskipun perbedaan ini cukup kecil di sekitar 900 nm, panjang gelombang tersebut dianggap paling sesuai untuk mendeteksi glukosa, mempertimbangkan fenomena jendela biologis jaringan optik. Walaupun glukosa menyerap lebih sedikit pada panjang gelombang ini, sinyal optik dikurangi oleh komponen lain sehingga kedalaman penetrasi yang diinginkan dapat dicapai (Usman & Imran, 2019). Cahaya yang dipantulkan melalui sensor IR diproses melalui modul pemrosesan

sinyal, kemudian diolah oleh mikrokontroler dan diubah menjadi data digital oleh Analog Digital Converter (ADC) (Rachim, V. P., & Chung, 2018).



Gambar 2. 3 Efek glukosa terhadap jalur cahaya

(Narkhede, P., Dhalwar, S., & Karthikeyan, 2016)

Gambar 2. 3 menjelaskan bagaimana molekul glukosa memengaruhi jalur cahaya. Kadar glukosa yang rendah menyebabkan peningkatan hamburan, jalur yang lebih panjang, dan penyerapan yang lebih sedikit. Sebaliknya, kadar glukosa yang tinggi dalam jaringan mengurangi hamburan, memperpendek jalur optik, dan meningkatkan penyerapan oleh jaringan. Akibatnya, cahaya yang dipantulkan dari jaringan dengan kadar glukosa tinggi memiliki intensitas yang lebih rendah dibandingkan dengan jaringan yang memiliki kadar glukosa lebih rendah.

2.4 Hukum Lambert - Beer

Hukum *Lambert-Beer* menjelaskan bahwa ada hubungan linier antara absorbansi dan konsentrasi larutan sampel. Konsentrasi sampel dalam larutan dapat ditentukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tertentu menggunakan hukum *Lambert-Beer*.

$$A = \log T = \frac{I_t}{I_0} = -abc \quad (2.1)$$

$$R = \frac{I_t}{I_0} = 10^{-abc} \quad (2.2)$$

Dimana :

A = absorptivitas

α = absorptivitas molar (L/mol cm)

b = Jarak tempuh optik (cm)

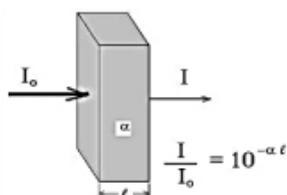
c = konsentrasi larutan (mol/cm)

R = Reflektansi

Ketika senyawa kimia itu menyerap cahaya Ultraviolet (UV) atau tampak (Vis), terjadinya proses absorptansi. Ketika radiasi elektromagnetik dari sumber (I_0) melewati sampel, radiasi tersebut akan melalui sampel dan keluar sebagai I_t . Rasio antara radiasi sumber (I_0) dan radiasi yang keluar (I_t) disebut transmitansi.

$$T = 1 - \frac{I_t}{I_0} \quad (2.3)$$

Jika transmisi itu dikalikan 100, maka akan memberikan persen transmisi (%T), dimana dinyatakan sebagai 100% (tidak ada absorptansi) dan 0% (absorptansi sempurna).



Gambar 2. 4 Transmisi Hukum *Lambert Beer* (Fajri et al., 2024)

Aspek kuantitatif spektrofotometri didasarkan pada hukum Lambert-Beer, yang memungkinkan penghitungan konsentrasi dengan menggunakan rumus di atas. Konstanta absorbtivitas (α) bergantung pada konsentrasi sampel, tebal kuvet, dan intensitas radiasi yang mengenainya (Day and Underwood, 1986).

2.5 Cahaya Infrared (IR) dan Cahaya Merah (RED)

Dengan nama "bawah merah" (dari bahasa Latin *infra*, "bawah"), infra merah adalah radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang yang lebih pendek dari gelombang radio dan lebih panjang dari cahaya tampak. Dengan jangkauan gelombang terpanjang, radiasi infra merah memiliki tiga "order" dan memiliki panjang gelombang antara 700 nm dan 1 mm dan tidak dapat dilihat oleh manusia. Mereka juga tidak bisa menembus materi yang tidak tembus pandang dan dapat ditimbulkan oleh komponen yang mengeluarkan panas (Rianti, 2022)

Spektrum cahaya tampak termasuk sinar merah (RED), yang merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik dan memiliki panjang gelombang antara 380 hingga 750 nanometer (nm). Panjang gelombang sinar merah lebih panjang daripada cahaya tampak lainnya, yang berkisar antara 620 hingga 750 nanometer (nm). Karena panjang gelombangnya yang lebih panjang, sinar merah memiliki energi yang lebih rendah daripada cahaya tampak lainnya (Serway, R. A., & Jewett, 2018)

2.6 Ketebalan Sampel

Ketebalan sampel memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat serapan cahaya. Pada lapisan tipis (*thin films*), serapan cahaya meningkat seiring bertambahnya ketebalan sampel karena panjang lintasan optik yang lebih panjang (Mullerova, J., Sutta, P., & Hola, 2021).

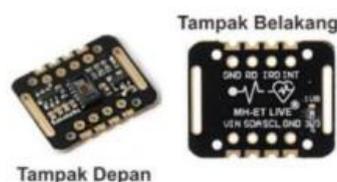
Dengan bertambahnya ketebalan sampel, semakin besar kesempatan cahaya berinteraksi dengan material, yang menghasilkan serapan lebih tinggi. Namun, setelah mencapai ketebalan tertentu, efisiensi serapan bisa mulai menurun atau

tidak meningkat secara signifikan, tergantung pada sifat intrinsik material seperti indeks bias dan koefisien serapan (Waetzig, K., & Kinski, 2023).

2.7 Sensor MAX30102

Sensor adalah perangkat yang menerima satu bentuk informasi (fisik, kimia, biologis, dll.) dan mengubahnya menjadi bentuk informasi lain (He, L., & Feng, B., He, L., & Feng, 2022). Modul sensor MAX30102 yaitu memiliki antarmuka I2C dan dapat mengeluarkan nilai digital. Ini dapat melacak kadar oksigen dalam darah (SpO2) dan detak jantung (BPM). Ini dapat dihubungkan dengan mikrokontroler yang memiliki antarmuka I2C seperti Arduino, Raspberry Pi, STM32, atau lainnya.

Sensor ini beroperasi pada catu daya tunggal dengan tegangan 1,8V dan LED internal terpisah dengan tegangan 3,3V. Modul ini juga memiliki antarmuka I2C standar, yang memungkinkan perangkat seluler berkomunikasi dengan mikrokontroler. Selain itu, ada arus siaga nol, yang memungkinkan modul untuk tetap menyala sepanjang waktu (Shiddiq & Nugraha, 2022).



Gambar 2. 5 Sensor MAX30102 (Maulida et al., 2024).

Spesifikasi MAX30102 sebagai berikut :

1. Catu Daya = 1,8 Volt
2. Catu Daya LED Internal = 3,3 Volt
3. Masukan arus – 20 mA
4. Kemampuan data membaca sampel berakurasi tinggi

5. Beroperasi pada suhu -40 Derajat Celcius sampai +85 Derajat Celcius

Dibawah ini deskripsi table pin konfigurasi MAX30102 terdapat 7 pin sensor modul dengan mengaktifkan modul I2C protocol komunikasi dengan mikrokontroler.

Tabel 2.1 Spesifikasi Pin Sensor MAX30102

PIN	NAMA	FUNGSI
1, 5, 6, 7, 8, 14	N.C.	NC (<i>No Connection</i>) Tidak terdapat koneksi. dihubungkan ke bantalan PCB untuk stabilitas mekanis.
2	SCL	I2C Clock Input
3	SDA	I2C Data, Bidirectional (Open Drain)
4	PGND	Power Ground LED Driver Blocks
9, 10	VLED+	Catu Daya LED (koneksi anoda). Gunakan kapasitor bypass ke PGND untuk performa terbaik
11	VDD	Analog Power Supply Input
12	GND	Analog Ground
13	INT	INT (Intruksi) Interupsi Aktif Rendah (Open-Drain). Hubungkan ke tegangan eksternal dengan resistor pull up

Sensor MAX30102 terdiri dari dua bagian: diode pemancar dan photofetector. Diode pemancar memancarkan cahaya merah monokromatik pada gelombang 660 nm dan cahaya infra merah pada gelombang 940 nm. Darah beroksigen menyerap cahaya yang dipancarkan oleh fotodiode, dan sisa cahaya dipantulkan melalui jari detektor. Keluaran detektor ini kemudian diproses dan dibaca oleh mikrokontroler (Bahtiyar, 2022).

2.8 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah papan elektronik berbasis chip ESP8266 yang mampu menjalankan fungsi mikrokontroler dan terhubung ke internet melalui WiFi. Dengan banyak pin I/O yang tersedia, NodeMCU ESP8266 memungkinkan pengembangan aplikasi pemantauan dan kontrol untuk proyek IoT. Selain itu, papan ini dilengkapi dengan port USB (mini USB), yang mempermudah proses pemrograman. NodeMCU ESP8266 merupakan modul turunan dari keluarga ESP8266 platform IoT tipe ESP-12, yang memiliki fungsi serupa dengan platform modul Arduino, tetapi dirancang khusus untuk konektivitas internet (Nurul Hidayati Lusita Dewi, Mimin F. Rohmah, 2019).

2.9 LCD (Liquid Crystal Display) 16x2

Liquid Crystal Display (LCD) yaitu perangkat elektronik yang dipakai untuk menampilkan informasi atau indikator yang diterima dari mikrokontroler. Seperti yang terlihat pada Gambar 4, LCD telah digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk televisi, kalkulator, dan layar komputer. Salah satu jenis LCD yang umum digunakan adalah LCD dot matrik dengan ukuran karakter 2 x 16. LCD ini berfungsi sebagai tampilan yang dipakai oleh mikrokontroler (Suryantoro, 2019).

2.10 Internet of Things

Konsep "Internet of Things" (IoT) menyatakan bahwa semua objek di dunia nyata dapat saling berkomunikasi melalui jaringan internet sebagai bagian dari sistem terintegrasi. Perangkat IoT umumnya terdiri dari sensor yang mengumpulkan data dan koneksi internet sebagai media komunikasi dan server yang mengumpulkan serta menganalisis informasi dari sensor. Contohnya, kamera CCTV yang dipasang di sepanjang jalan dapat terhubung ke pusat kontrol yang

mungkin berjarak puluhan kilometer. Selain itu, rumah pintar juga dapat dikendalikan dengan melalui smartphone menggunakan koneksi internet.



Gambar 2. 6 Konsep IoT (*Internet of Things*) (Efendi, 2018).

Konsep Internet of Things (IoT) pada dasarnya cukup sederhana, dengan fokus pada tiga komponen utama dalam arsitekturnya: objek fisik yang dilengkapi dengan modul IoT, perangkat yang terhubung ke internet seperti modem dan router nirkabel di rumah, serta Cloud Data Center tempat aplikasi dan basis data disimpan. Prinsip dasar kerja perangkat IoT yaitu setiap perangkat di dunia nyata memiliki identitas yang unik, yang dapat dikenali dalam sistem komputer, dan dapat direpresentasikan dalam bentuk data di sistem computer (Efendi, 2018).

Aplikasi Internet of Things Thingspeak menggunakan HTTP, baik melalui internet maupun jaringan lokal, untuk menyimpan dan mengambil data dari perangkat yang menggunakan HTTP. *Thingspeak* yaitu platform IoT yang memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, memvisualisasikan, dan memproses data dari sensor atau aktuator, termasuk perangkat keras seperti Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black, dan lainnya. Sebagai contoh, *Thingspeak* memungkinkan pembuatan aplikasi untuk pencatatan sensor dan pelacakan lokasi. Platform ini mengumpulkan data dari perangkat node dan memungkinkan data tersebut dimasukkan ke dalam sistem *software* untuk menganalisis data historis (Lukman et al, 2020).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu sebuah penelitian rancang bangun eksperimental yang memiliki tujuan untuk merancang alat ukur kadar gula darah *non-invasive* berbasis IoT(Thingspeak). Alat yang dirancang menggunakan sensor MAX30102 dengan metode *Photoplethysmograph*. Alat ini akan dirancang untuk mengurangi ketidaknyamanan yang dialami oleh pasien diabetes dalam pengukuran kadar gula darah harian mereka. Dalam penelitian ini, pembacaan nilai sensor MAX30102 akan dikalibrasikan dengan glukometer yang merupakan alat ukur gula darah konvensional. Nilai kadar gula darah dari alat yang dirancang akan dibandingkan antara nilai kadar gula darah dari alat konvensional, setelah itu diuji coba pada sejumlah subjek untuk memverifikasi keakuratannya. Uji coba alat dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari alat yang dirancang, karakteristik tersebut meliputi standar deviasi, presisi juga akurasi dan untuk mengetahui seberapa pengaruhnya ketebalan jari pada pengukuran kadar gula darah dalam alat yang dirancang.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dan dilakukan di Labolatorium Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Uniiversitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Waktu penelitian ini dimulai dari bulan November 2023 sampai Juni 2024.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan berbagai alat dan bahan dalam proses perancangannya, yang mencakup perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Alat dan bahan yang digunakan diantaranya :

3.3.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. NodeMCU ESP8266	1 buah
2. Sensor MAX30102	1 buah
3. <i>Bread board</i>	1 buah
4. Alat Ukur Kadar Glukosa Konvensional	1 set
5. Kabel Jumper	20 buah
6. Smartphone dan Laptop (PC)	1 buah
7. Solder	1 buah
8. Timah	8 cm
9. Obeng	1 buah
10. Adapter	1 buah
11. PCB 3X7	1 buah
12. Project Box	1 buah

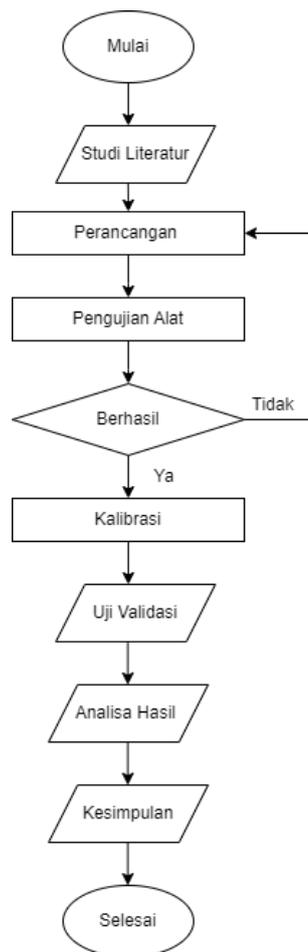
3.3.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Adapun perangkat lunak (*Software*) yang digunakan yaitu :

1. *Arduino IDE*
2. *ThingSpeak IoT*

3.4 Diagram Alir Penelitian

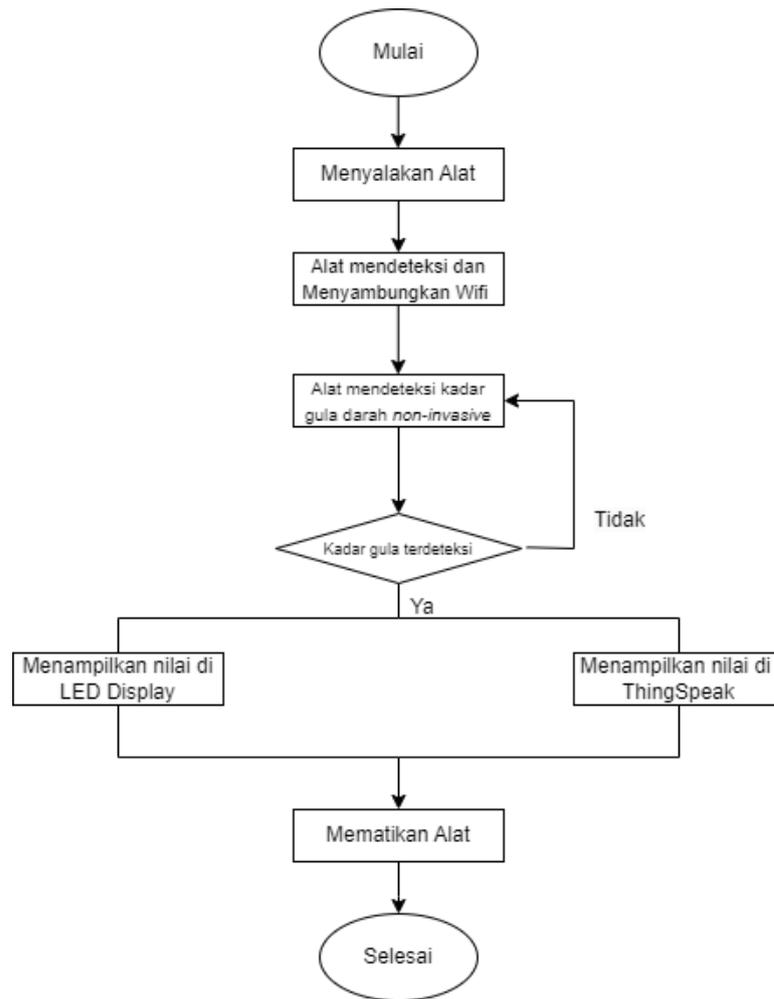
Penelitian alat ukur kadar gula darah *non invasive* berbasis IoT ini memiliki diagram alir penelitian atau tahap tahap penelitian dilakukan yang memiliki tujuan untuk mempermudah proses penelitian. Adapun diagram alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Diagram Alir Alat

Penelitian prototipe alat ukur kadar gula darah *non-invasive* berbasis IoT(Thingspeak) memiliki diagram alir alat dilakukan yang bertujuan untuk mempermudah proses penelitian. Diagram alir tersebut sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram Alir Alat

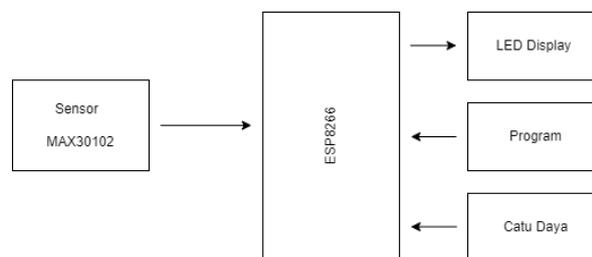
3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Studi Literatur

Tahap pertama yaitu studi literatur. Pada tahap literatur ini peneliti melakukan studi literatur atau riset tentang menganalisis kebutuhan, latar belakang, mengidentifikasi masalah, dan dilakukannya pencarian informasi baik dari buku, jurnal, bahan dari internet maupun sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini, diantaranya tentang pengukuran kadar gula darah, sensor MAX30102, Hukum *Lambert-Beer*, *Internet of Things*, Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 serta beberapa penelitian yang terkait dengan penelitian ini.

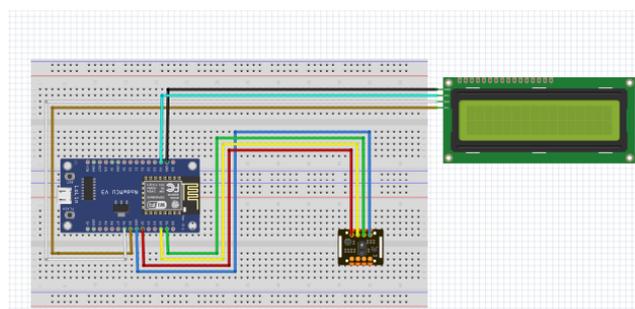
3.6.2 Perancangan alat

Perancangan alat yang dilakukan terhadap perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Perangkat utama dalam perancangan alat ini yaitu mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang berfungsi sebagai otak atau memerintahkan alat agar berjalan dengan baik, sensor MAX30102 yang berfungsi untuk mengukur kadar gula darah pasien dan mengirim data ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266, kemudian mikrokontroler NodeMCU ESP8266 akan mengirimkan data nilai kadar gula darah ke perangkat dengan menggunakan prinsip IoT.



Gambar 3. 3 Diagram blok rancangan Alat

Adapun digram blok racangan alat perangkat keras sebagai berikut :



Gambar 3. 4 Rangkaian alat perangkat keras (*Hardware*)

Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai penangkap sinyal dan sebagai penerima data dari sensor yang digunakan yaitu sensor MAX30102 dimana sensor ini memiliki fungsi mendeteksi kadar gula darah dari nilai RED dan IR (*infrared*)

yang didapat dari hasil pengukuran sensor tersebut. Setelah mendapatkan nilai RED dan IR(*infrared*) dari sensor tersebut, nilai RED dan IR(*infrared*) dikalibrasikan dengan nilai kadar gula darah *invasive* dengan demikian output yang tertampil adalah nilai kadar gula darah. Kemudian nilai kadar gula darah akan tertampil pada LED 16x2 *display*.

Setelah merancang perangkat keras, maka dihubungkanlah dengan *software* yang berfungsi untuk pemogram sebagai perintah didalam alat tersebut agar alat tersebut berjalan dengan baik. Perangkat lunak yang digunakan yaitu *Software* Arduino IDE fungsinya yaitu sebagai pembuat *Script* atau kode pemograman, sebelum membuat alat, perlu terdapat instruksi untuk dimasukkan kedalam program nantinya dan Thingspeak fungsinya yaitu mencatat atau merekam data pada ponsel melalui *wifi* atau internet.

3.6.3 Pengambilan Sampel dan Kalibrasi Alat

Pada Penelitian ini mengambil nilai kadar gula darah di labolatorium secara konvensional atau *invasive*. Nilai kadar gula darah pada alat yang dirancang dengan menggunakan metode *photoplethymography* hasil dari kalibrasi dengan nilai kadar gula darah pada alat ukur konvensional secara *invasive* sehingga output dari alat yang dirancang yaitu nilai kadar gula darah dengan satuan mg/dL. Pengambilan data atau pengukuran nilai kadar gula darah pada alat yang dirancang diambil pada jari tangan wanita maupun pria dengan rentang usia diatas 20 tahun. Peneliti akan mengambil sampel sebanyak ± 20 orang dengan usia, jenis kelamin dan ketebalan jari yang berbeda beda setiap sampel, dari masing masing sampel dilakukan 5 kali pengulangan untuk pengambilan nilai IR dan RED. Pengambilan nilai kadar gula darah menggunakan alat ukur konvensional atau *invasive* dan pengambilan kadar

gula darah dengan alat ukur *non-invasive* dilakukan dengan metode pengambilan nilai sinar RED dan IR pada sensor dan menggunakan prinsip *photoplethysmography reflectance*. Dilakukan pengambilan sampel dengan menempelkan ujung jari ke LED sensor MAX30102 lalu ditunggu selama beberapa detik untuk mendapatkan nilai sensor yang tepat atau sesuai dan stabil. Setelah pengambilan nilai kadar gula darah *invasive* dan pengambilan nilai IR dan RED dengan menggunakan sensor MAX30102, selanjutnya dicari nilai regresi linier antara nilai kadar gula darah *invasive* dengan nilai IR dan RED untuk mengetahui apakah ada hubungan dari keduanya.

Tabel 3. 1 Tabel Data Kalibrasi Alat

No	Nilai Kadar Gula Darah <i>Invasive</i>	Jenis Kelamin	Ketebalan Jari (cm)	Jenis Sinar	Percobaan Ke-					Rata-Rata (Nilai IR dan RED)	Jumlah (Nilai Rata-Rata IR dan RED)
					1 (nm)	2 (nm)	3 (nm)	4 (nm)	5 (nm)		
1				Nilai IR							
				Nilai RED							
2				Nilai IR							
				Nilai RED							

Analisis korelasi yaitu teknik statistika yang dipakai untuk mengukur kekuatan atau derajat hubungan linier antara dua variabel atau lebih. Hubungan linier yang nyata, juga dikenal sebagai hubungan garis lurus, lebih kuat atau lebih kuat (Wahyuni et al., 2020).

Tabel 3. 2 Tingkat Hubungan Kolerasi

No	Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
1	0,8 - 1	Sangat Kuat
2	0,6 - 0,79	Kuat

3	0,4 - 0,59	Cukup kuat
4	0,2 - 0,39	Lemah
5	0 - 0,19	Sangat Lemah

3.6.4 Analisis dan Pengolahan Data

Analisis dan pengolahan data dimana menganalisis karakteristik dari prototipe alat yang telah dirancang. Parameter yang digunakan yaitu karakteristik sensor MAX30102 dalam membaca atau mendeteksi kadar gula darah dan dibandingkan dengan pembacaan alat ukur konvensional *invasive*. Karakteristik dalam sensor MAX30102 ini meliputi standar deviasi atau simpangan baku, nilai akurasi dan nilai presisi dari alat atau sensor tersebut.

3.7 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan atau pengumpulan data pada penelitian ini yaitu secara eksperimental untuk memperoleh nilai kadar gula darah dengan menggunakan alat ukur konvensional dan dikalibrasikan dengan nilai alat ukur kadar gula darah *non-invasive* yang dirancang. Pada penelitian ini pengambilan data terbagi menjadi dua, yang pertama yaitu pengambilan data kalibrasi dan yang kedua pengambilan data uji validasi. Pengambilan data kalibrasi dilakukan pengambilan nilai kadar gula darah *invasive* menggunakan glukometer atau alat konvensional dan pengambilan nilai IR dan RED menggunakan sensor MAX30102. Untuk pengambilan data uji validasi, sensor telah dikalibrasi dengan nilai regresi data kalibrasi, sehingga output yang dihasilkan telah menjadi nilai kadar gula darah dengan satuan yaitu mg/dL. Pengambilan nilai kadar gula darah *non-invasive* menggunakan metode *photoplethymography*. Pengukuran nilai kadar gula darah *non-invasive* diukur pada bagian jari pada tangan kanan.

Setiap percobaan berdurasi 15 detik untuk pembacaan sensor pada aplikasi Thingspeak. Pengambilan nilai kadar gula darah *non-invasive* dengan dimulai dari percobaan pertama dengan meletakkan ujung jari ke alat yang dirancang lalu ditahan selama 15 detik, setelah ditahan selama 15 detik ujung jari dilepas dari alat dan diletakkan kembali ujung jari untuk melakukan percobaan kedua dan seterusnya seperti percobaan pertama hingga percobaan kelima. Pada Tabel 3.3 disertakan usia dan jenis kelamin dikarenakan usia merupakan faktor penting yang mempengaruhi kadar gula darah. Seiring bertambahnya usia, terjadi perubahan fisiologis dalam tubuh yang dapat mempengaruhi metabolisme glukosa. Jenis kelamin dapat berperan dalam variasi kadar gula darah akibat perbedaan fisiologis dan hormonal antara laki-laki dan perempuan.

3.8 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dimana menganalisis karakteristik dari prototipe alat yang telah dirancang juga untuk mengetahui seberapa besar pengaruh ketebalan jari terhadap pengukuran kadar gula darah pada alat ukur yang dirancang. Parameter yang digunakan yaitu karakteristik sensor MAX30102 dalam membaca atau mendeteksi kadar gula darah dan dibandingkan dengan pembacaan alat ukur konvensional *invasive*. Karakteristik dalam sensor MAX30102 ini meliputi standar deviasi, nilai presisi dan akurasi dari alat yang telah dirancang.

Setelah semua data didapatkan dari pengaruh ketebalan jari terhadap pengukuran kadar gula darah menggunakan metode *Photoplethysmograph* dengan sensor MAX30102, maka untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh ketebalan jari terhadap pengukuran kadar gula darah, data hasil pengukuran tersebut dianalisis menggunakan analisis uji kolerasi *product moment* dan mengetahui standar deviasi,

uji presisi dan uji akurasi dari alat yang dirancang. Selanjutnya dibuat grafik pengaruh ketebalan jari terhadap pengukuran kadar gula darah menggunakan metode *Photoplethysmograph* dengan sensor MAX30102.

Tabel 3. 4 Data Uji Validasi Alat

No	Nilai Kadar Gula Darah <i>Invasive</i>	Rata-Rata Nilai Kadar Gula Darah <i>Non-Invasive</i>	Standar Deviasi	Presisi (%)	Akurasi (%)
1					
2					
Rata - Rata					

3.8.1 Simpangan Baku (Standar Deviasi)

Dalam penelitian ini standar deviasi dalam alat ukur yang dirancang yaitu standar penyimpangan data (tingkat penyebaran data) terhadap nilai rata ratanya (mean) Rumus nilai rata rata ditunjukkan dalam persamaan :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3.1)$$

Dengan :

$$\bar{X} = \text{Rata - Rata}$$

N = Banyak data

X_i = Nilai sampel ke-

Dan nilai simpangan dalam persamaan :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.2)$$

Dengan :

S = Simpangan baku

\bar{X} = Rata – Rata

n = Banyak Data

X_i = Nilai Sampel ke-

(Resmiati & Putra, 2021)

3.8.2 Uji Akurasi

Pengujian akurasi dengan mengkalibrasi nilai pada prototipe alat ukur *non invasive* yang dirancang dengan nilai pada alat ukur konvensional atau alat ukur *invasive*. Uji akurasi ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan prototipe alat yang dirancang dengan acuan alat ukur konvensional atau *invasive*. Perhitungan nilai akurasi dengan persamaan berikut :

$$\% \text{Akurasi} = 100\% - \left(\frac{\text{nilai alat ukur invasive} - \text{nilai alat ukur non invasive}}{\text{nilai alat ukur invasive}} \right) \times 100\% \quad (3.3)$$

(Resmiati & Putra, 2021).

3.8.3 Uji Presisi

Pengujian presisi alat ukur yang dirancang yang bertujuan itu untuk mengetahui seberapa ketelitian alat ukur yang dirancang dalam mendeteksi kadar gula darah. Untuk menghitung nilai presisinya dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{KV} = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\% \quad (3.4)$$

$$\text{Presisi} = 100\% - \% \text{KV} \quad (3.5)$$

Dengan :

KV = Koefisien Variasi

SD = Standar Deviasi

\bar{x} = Rata-rata nilai kadar gula darah *non-invasive*

(Resmiati & Putra, 2021)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Telah dirancang dan direalisasikan Prototipe Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non-Invasive* berbasis IoT (Thingspeak). Pada penelitian ini menggunakan 2 jenis perangkat yaitu perangkat keras yang terdiri dari mikrokontroler, sensor, caturdaya dan rangkaian *display*. Adapun perangkat lunak yang terdiri dari sistem operasi *Windows 10*, *Software* Arduino IDE untuk pemograman *script* dan *web* Thingspeak sebagai aplikasi penerapan IoT. Fokus penelitian ini adalah menganalisis tentang ada atau tidaknya pengaruh ketebalan jari terhadap hasil pengukuran kadar gula darah menggunakan sensor MAX30102 dengan menggunakan Prinsip *Photoplethysmograph* atau *non-invasive*.

Sensor MAX30102 sebagai pendeteksi kadar gula darah dalam darah dengan prinsip *photoplethysmograph reflectance*, dimana output dari sensor ini yaitu nilai RED dan nilai IR yang nantinya akan dikalibrasikan oleh nilai kadar gula darah yang diambil secara *invasive* dengan menggunakan alat ukur konvensional.

4.2 Perancangan Alat

Perancangan alat terbagi menjadi dua tahap yakni perancangan alat *hardware* dan *software*. Komponen *hardware* yang terdiri dari NodeMCU ESP8266, sensor MAX30102 yaitu yang menghasilkan kadar gula darah dengan satuan mg/dL dan LCD display untuk menampilkan hasil pengukuran pada alat. Adapun komponen *software* yang digunakan yaitu Arduino IDE, aplikasi untuk memprogram alat agar alat dapat dijalankan dengan baik dan *web* Thingspeak

sebagai aplikasi IoT untuk menampilkan hasil dari pengukuran yang dapat diakses lewat PC atau mobile serta menyimpan semua data pengukuran.

Dalam perancangan alat di penelitian ini dibagi menjadi 2, rangkaian awal dan rangkaian akhir. Rangkaian awal yaitu rangkaian yang digunakan untuk mengambil nilai RED dan IR (*infrared*) dari sensor MAX30102, langkah berikutnya akan dikalibrasikan oleh nilai kadar gula darah yang didapat dari hasil pengukuran alat konvensional atau glukometer. Rangkaian akhir yaitu nilai RED dan IR (*infrared*) dari sensor MAX30102 telah dikalibrasikan dengan nilai kadar gula darah alat konvensional sehingga output yang dihasilkan pada alat yaitu nilai kadar gula darah. Selanjutnya nilai kadar gula darah akan ditampilkan pada LCD *Display* dan *web* Thingspeak IoT dengan menerapkan prinsip *Internet of Things*.

4.2.1 Perancangan *Hardware*

4.2.1.1 Pengujian NodeMCU ESP8266 dan sensor MAX30102

Pengujian pertama yaitu pengujian ESP8266 berperan sebagai mikrokontroler dan sensor MAX30102 sebagai pembaca nilai kadar gula darah. Rangkaian penghubungan pin atau wiring seperti tabel 4.1 berikut :

Tabel 4. 1 Pinout ESP8266 ke sensor MAX30102

ESP8266	Sensor MAX30102
GND	GND
VIN	3V
D2	SDA
D1	SCL

Setelah mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor MAX30102 dihubungkan, langkah selanjutnya yaitu buka aplikasi Arduino IDE untuk memprogramkan mikrokontroler sehingga nilai kadar gula darah dapat dibaca oleh sensor.



Gambar 4. 1 Pengujian sensor MAX30102

4.1.1.2 Pengujian NodeMCU ESP8266 dan LED Display

Pengujian yang kedua yaitu pengujian mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan LED Display yang berfungsi untuk menampilkan nilai kadar gula darah pada alat yang dibuat. Rangkaian penghubungan pin atau *wiring* seperti pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4. 2 Pinout ESP8266 ke LCD Display

ESP8266	LED Display
GND	GND
VU	VCC
D5	SDA
D6	SCL

Setelah mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan LED Display dihubungkan, langkah selanjutnya yaitu buka aplikasi Arduino IDE untuk memprogramkan mikrokontroler sehingga nilai kadar gula dapat terbaca dalam LED Display.



Gambar 4. 2 Pengujian LCD Display

4.1.1.3 Rancangan Awal dan Akhir

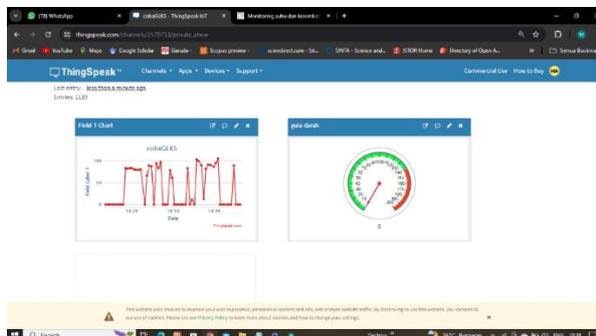
Rancangan awal yaitu rancangan yang belum dikalibrasi oleh nilai kadar gula darah ,sehingga pada rancangan awal output yang dihasilkan yaitu nilai sinar IR dan RED, tujuan dari rancangan awal yaitu untuk mencari regresi linier dari alat yang dirancang. Rancangan akhir yaitu rancangan yang sudah dikalibrasi oleh nilai kadar gula darah dari alat konvensional sehingga output yang dihasilkan bukan lagi nilai RED dan IR, tetapi menghasilkan output nilai kadar gula darah. Rancangan awal dan akhir memiliki komponen yang sama dan bentuk yang sama,tetapi hanya berbeda pada output yang dihasilkan karena rancangan akhir yang sudah dikalibrasi.

4.2.2 Perancangan Software

4.2.1.1 Pengujian Website ThingSpeak

ThingSpeak adalah platform *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pengumpulan, penyimpanan, analisis, visualisasi, dan pemrosesan data dari sensor atau aktuator, termasuk perangkat keras seperti Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black, dan perangkat keras lainnya. Website ThingSpeak pada penelitian ini berfungsi untuk menerapkan prinsip *Internet of Things* dimana hasil dari

pengukuran dapat diakses melalui PC dan *mobile*. Tampilan pada Thingspeak yaitu hanya hasil pengukuran nilai kadar gula darah yang dibaca oleh sensor MAX30102.



Gambar 4. 3 Tampilan Thingspeak pada PC



Gambar 4. 4 Tampilan Thingspeak pada *Smartphone*

4.3 Pengambilan Data

Pengambilan data terbagi menjadi dua tahap, tahap yang pertama yaitu pengambilan data kadar gula darah dengan mengambil sampel darah menggunakan glukometer (*invasive*) dan tahap kedua yaitu tahap pengambilan data nilai sinar IR dan RED dengan menggunakan alat yang dibuat. Pengambilan data melibatkan 19 peserta, terdiri dari 10 pria dan 10 wanita (usia 20-25 tahun). Kadar gula darah non *invasive* diukur dengan *photoplethysmograph reflectance* menggunakan sensor

MAX30102. Peserta menempatkan menempatkan ujung jari pada sensor LED dan menahannya selama sekitar 15 detik agar stabil sebelum membaca nilai sensor.

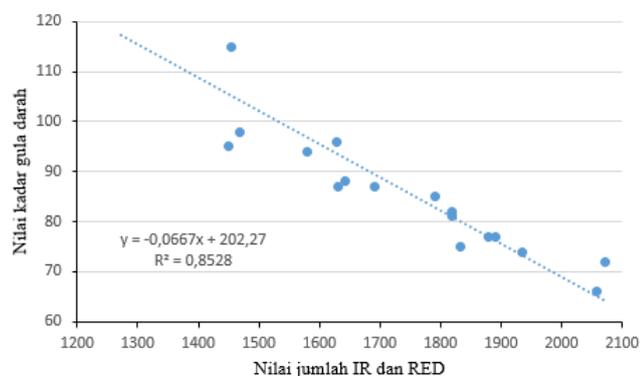
Tabel 4. 3 Data Pengambilan Nilai Sinar IR dan RED

No	Nilai Kadar Gula Darah <i>Invasive</i> (mg/dL)	Jenis Kelamin	Ketebalan Jari (cm)	Jenis Sinar	Percobaan pengambilan nilai IR & RED					Rata-Rata	Jumlah (Rata-rata nilai IR dan RED)
					Percobaan 1 (nm)	Percobaan 2 (nm)	Percobaan 3 (nm)	Percobaan 4 (nm)	Percobaan 5 (nm)		
1	96 mg/dL	Perempuan	0,908	Nilai IR	1003,92	572,30	806,90	910,33	746,21	807,332	1627,512
				Nilai RED	1072,21	622,38	667,42	960,33	778,56	820,180	
2	81 mg/dL	Perempuan	0,905	Nilai IR	786,27	997,11	705,59	961,62	871,18	864,354	1818,88
				Nilai RED	886,74	1079,32	764,86	1081,28	960,43	954,526	
3	115 mg/dL	Perempuan	1,118	Nilai IR	780,33	723,29	640,52	819,03	708,59	734,352	1454,684
				Nilai RED	844,22	683,52	625,68	754,97	693,27	720,332	
4	77 mg/dL	Perempuan	0,902	Nilai IR	706,22	913,17	920,09	924,16	916,53	876,034	1880,156
				Nilai RED	732,32	1062,34	1069,75	1078,31	1077,89	1004,122	
5	87 mg/dL	Perempuan	0,911	Nilai IR	800,51	784,10	774,54	789,32	776,51	784,996	1690,296
				Nilai RED	904,58	913,,71	900,45	903,95	903,81	905,300	
6	72 mg/dL	Perempuan	0,803	Nilai IR	976,24	1032,16	974,94	955,80	1008,41	989,51	2071,02
				Nilai RED	1079,87	1116,23	1062,16	1051,25	1098,04	1081,51	
7	88 mg/dL	Perempuan	1,004	Nilai IR	888,17	892,65	727,91	775,97	650,55	787,05	1641,516
				Nilai RED	972,65	1006,11	802,79	829,44	661,34	854,466	
8	85 mg/dL	Perempuan	1,006	Nilai IR	830,07	797,60	806,29	808,22	798,89	808,214	1790,856
				Nilai RED	993,72	970,82	980,09	989,40	979,18	982,642	
9	216 mg/dL	Perempuan	1,218	Nilai IR	644,89	600,14	633,95	642,16	556,04	615,436	1245,54
				Nilai RED	712,25	588,97	637,85	683,04	528,41	630,104	
10	98 mg/dL	Perempuan	1,215	Nilai IR	697,51	808,77	673,62	645,96	672,43	699,658	1468,336
				Nilai RED	808,77	777,61	749,59	759,53	747,89	768,678	
11	74 mg/dL	Perempuan	1,103	Nilai IR	1065,77	872,02	843,56	1011,80	1006,92	960,014	1934,35
				Nilai RED	1109,69	762,21	892,17	1065,26	1042,35	974,336	
12	77 mg/dL	Perempuan	1,202	Nilai IR	990,07	954,52	912,61	968,13	925,58	950,182	1889,908
				Nilai RED	912,81	950,91	943,59	958,54	932,78	939,726	
13	75 mg/dL	Laki-laki	1,209	Nilai IR	870,20	945,18	1012,73	788,98	743,85	872,188	1833,696
				Nilai RED	965,47	1034,00	1126,56	871,39	810,12	961,508	
14	95 mg/dL	Laki-laki	1,405	Nilai IR	801,44	792,71	816,99	652,74	812,48	775,272	1450,688
				Nilai RED	689,14	688,30	731,66	553,28	714,70	675,416	
15	131 mg/dL	Laki-laki	1,315	Nilai IR	602,36	595,95	590,62	606,21	616,72	602,372	1273,152
				Nilai RED	647,90	647,33	638,46	696,15	724,06	670,78	
16	87 mg/dL	Laki-laki	1,112	Nilai IR	705,55	721,10	845,43	763,61	788,86	764,91	1631,538
				Nilai RED	789,40	780,92	1016,44	843,48	902,90	866,628	
17	94 mg/dL	Laki-laki	1,221	Nilai IR	687,93	665,49	864,62	809,98	876,01	780,806	1580,858
				Nilai RED	731,42	671,98	957,05	772,32	867,49	800,052	
18		Laki-laki	0,908	Nilai IR	899,21	890,06	729,51	1011,41	838,67	873,772	1819,346

	82 mg/dL			Nilai RED	1048,93	1029,15	756,77	949,04	943,98	945,574	
19	66 mg/dL	Laki-laki	1,307	Nilai IR	951,90	966,44	966,87	959,57	976,32	962,22	2057,084
				Nilai RED	1054,81	1103,34	1104,87	1098,09	1113,21	1094,864	

Pada Tabel 4. 3, Nilai kadar glukosa pada darah mempengaruhi nilai IR (Infra Red) dan nilai RED (sinar merah). Jika nilai kadar gula darah tinggi, maka jumlah nilai RED dan IR akan semakin kecil. Semakin banyak kadar glukosa, semakin banyak cahaya yang diserap dan mengalami sedikit hamburan, sehingga nilai IR dan RED yang dihasilkan menjadi semakin kecil.

Regresi linear yakni metode yang digunakan untuk menciptakan model hubungan antara variabel dependen dan satu atau lebih variabel independen dengan tujuan yaitu deskripsi fenomena data atau kasus, tujuan kontrol, dan tujuan prediksi (Ariyani & Arifin, 2021). Pengambilan metode regresi berfungsi untuk mengetahui kelinieran data hubungan antara nilai kadar gula darah dengan nilai jumlah sinar RED dan IR (infrared). Pengambilan data pada percobaan ini pada kondisi 2 jam setelah makan. Setelah seluruh data dimasukkan, data akan dibuat grafik antara nilai jumlah RED dan IR dan nilai kadar gula darah untuk mencari persamaan regresi liniernya dan nilai kolerasi (R^2) antara jumlah RED dan IR dengan kadar gula darah.



Gambar 4. 5 Hubungan antara Nilai Kadar Gula Darah dengan Jumlah Nilai Sinar RED dan IR

Untuk menentukan kecocokan antara jumlah sinar inframerah dan merah dengan kadar gula darah, regresi linier diperoleh dari 19 data yang telah dikumpulkan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5, dimana sumbu Y menunjukkan nilai kadar gula darah, dan sumbu X menunjukkan nilai rata-rata jumlah sinar inframerah dan merah, dengan $R^2 = 0,8$.

4.4 Uji Validasi Alat

Dalam uji validasi Alat, karakteristiknya yaitu Standar Deviasi, Presisi dan Akurasi dimana pengujian karakteristik alat ini bertujuan untuk membandingkan alat konvensional dengan prototipe alat pengukur kadar gula darah yang telah dibuat. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan, setiap 1 kali pengulangan berdurasi 15 detik agar nilai yang dihasilkan dari sensor MAX30102 stabil. Pengambilan data diambil sebanyak 10 orang dan setiap orang mengalami 5 kali pengulangan, berikut adalah data hasil pengukuran kadar gula darah pada alat yang telah dirancang dengan alat konvensional :

Tabel 4. 4 Data Pengambilan Nilai Kadar Gula Darah

No	Sampel ke-	Usia	Jenis kelamin	Tebal jari (cm)	Gula darah invasive (mg/dL)	Gula darah non invasive (mg/dL)					Rata Rata (gula darah <i>non invasive</i>)
						Percobaan ke-1	Percobaan ke-2	Percobaan ke-3	Percobaan ke-4	Percobaan ke-5	
1	1	22	Perempuan	0,803	57	60	62	61	60	62	61
2	2	22	Laki-Laki	0,911	82	81	81	81	83	82	81
3	3	22	Perempuan	0,815	84	85	84	84	85	85	84
4	4	22	Perempuan	1,118	89	88	89	88	88	87	88
5	5	22	Laki-Laki	1,112	95	96	84	99	95	98	94
6	6	22	Perempuan	1,103	100	102	101	102	100	100	101
7	7	22	Perempuan	0,907	101	102	101	100	101	102	101
8	8	22	Laki-Laki	0,908	103	102	103	102	105	103	103
9	9	24	Laki-Laki	1,215	107	105	104	104	102	105	104
10	10	22	Laki-Laki	1,307	116	111	110	109	110	110	110

Setelah melakukan pengambilan data nilai kadar gula darah *non invasive*, dilakukannya uji validasi atau uji karakteristik alat yang dirancang, yang meliputi Standar deviasi, Uji Presisi dan Uji Akurasi. Standar deviasi, juga dikenal sebagai

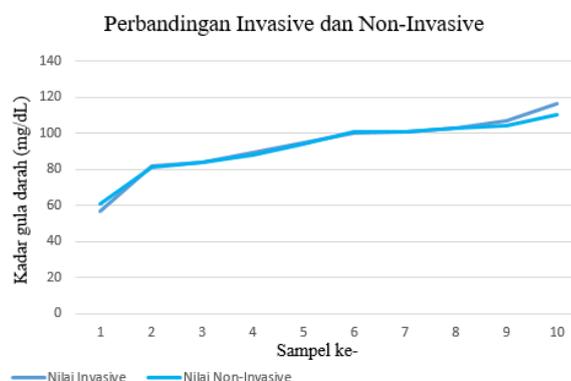
standar simpangan baku, adalah nilai yang menunjukkan tingkat variasi kelompok atau ukuran standar simpangan dari rerata. Uji Akurasi merupakan langkah atau teknik yang diterapkan untuk mengevaluasi apakah suatu metode, teknik, atau alat pengukuran sesuai dengan standar atau tujuan yang telah ditetapkan dan uji presisi yaitu pengujian yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran yang dilakukan pada kondisi yang sama memberikan hasil yang konsisten dan dapat diandalkan. Hubungan antara standar deviasi, presisi dan akurasi yaitu presisi menunjukkan konsistensi, sedangkan akurasi menunjukkan kedekatan dengan nilai sebenarnya. Standar deviasi adalah ukuran kuantitatif dari presisi, karena mengukur seberapa tersebar hasil pengukuran dari rata-rata. Pengukuran yang memiliki standar deviasi rendah biasanya memiliki presisi tinggi. Namun, presisi tidak menjamin akurasi. Sebuah eksperimen dapat memiliki hasil yang sangat konsisten (presisi) tetapi tetap jauh dari nilai sebenarnya (tidak akurat) jika terdapat bias sistematis dalam metode pengukuran. Data standar deviasi, presisi dan akurasi dari alat yang dirancang yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Data Uji Validasi Alat

No	Nilai Kadar Gula Darah Invasive (mg/dL)	Rata-Rata Nilai Kadar Gula Darah Non-Invasive (mg/dL)	Standar Deviasi	% KV	Presisi	Akurasi
1	57	61	1	1,63%	98,3%	93,4%
2	82	81	0,894	1,10%	98,9%	98,7%
3	84	84	0,547	0,65%	99,3%	100%
4	89	88	0,707	0,80%	99,2%	98,8%
5	95	94	6,024	6,38%	93,6%	98,9%
6	100	101	1	0,99%	99%	99%
7	101	101	0,836	0,82%	99,1%	100%
8	103	103	1,224	1,18%	98,8%	100%

9	107	104	1,224	1,18%	98,8%	97,2%
10	116	110	0,707	0,64%	99,3%	94,8%
Rata-Rata			1,316		98,43%	98,08%

Dari hasil pengukuran kadar gula darah invasive dengan menggunakan alat ukur konvensional atau glukometer dan pengukuran kadar gula darah *non-invasive* dengan prototipe alat pengukur kadar gula darah *non-invasive* menghasilkan grafik perbandingan antara nilai kadar gula darah invasive dan *non-invasive* sebagai berikut :



Gambar 4. 6 Grafik perbandingan antara nilai kadar gula darah *invasive* dengan nilai kadar gula darah *non-invasive*

Gambar 4.6 menggambarkan akurasi dari alat yang dirancang yang dibandingkan dengan alat ukur kadar gula darah *invasive* atau glukometer. Hal ini menunjukkan bahwa ada selisih hasil antara nilai kadar gula darah invasive dengan *non-invasive* pada sampel 1,9 dan 10, hal ini dikarenakan adanya perbedaan karakteristik variasi dalam fisiologis setiap individu dapat mempengaruhi hasil pengukuran.

Setelah Uji Validasi, dilakukannya Uji Normalitas dengan tujuan untuk untuk mengetahui apakah data yang dikumpulkan berasal dari populasi normal atau tidak. Uji normalitas adalah sebuah uji untuk menilai sebaran data pada kelompok

data atau variabel apakah berdistribusi normal atau tidak (Suyana et al., 2018). Metode klasik untuk menguji normalitas data tidak terlalu rumit. Ada beberapa variasi metode dapat dipakai dalam melakukan uji normalitas data untuk menentukan apakah data memiliki distribusi normal atau tidak. Menurut Dahlan (2009), uji Kolmogorov-Smirnov lebih tepat untuk sampel di atas 50 dan Uji Shapiro-Wilk biasanya tidak digunakan untuk membuat keputusan yang akurat jika sampelnya kurang dari 50. Data dengan banyaknya lebih dari tiga puluh angka ($n > 30$) sudah dapat diasumsikan berdistribusi normal, berdasarkan pengalaman empiris beberapa pakar statisti selalu disebut sebagai sampel besar. Namun, uji normalitas adalah cara terbaik untuk memastikan apakah data yang dimiliki berdistribusi normal. Karena data dengan banyaknya lebih dari tiga puluh belum tentu dianggap memiliki distribusi normal, dan data dengan banyaknya kurang dari tiga puluh belum tentu dianggap memiliki distribusi normal (Fahmeyzan et al., 2018). Dasar pengambilan keputusan dari uji normalitas yaitu dapat mengatakan bahwa distribusi data kita tidak berbeda dari distribusi Gaussian jika nilai p lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$). Oleh karena itu, data kita didistribusikan dengan cara yang normal (Widhiarso, W., & UGM, 2012).

Tabel 4. 6 Uji Normalitas Data Nilai Kadar Gula Darah Non-Invasive dan Ketelaban Jari

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
non-invasive	,215	10	,200	,906	10	,256
ketebalan jari	,251	10	,074	,882	10	,137

Pada penelitian ini menggunakan uji normalitas metode Shapiro-Wilk dikarenakan data yang digunakan termasuk data sederhana atau sampel kurang dari

50, hasil dari uji normalitas ini yaitu untuk nilai kadar gula darah *non-invasive* memiliki nilai signifikan sebesar 0,256 dan ketebalan jari memiliki nilai signifikan 0,137.

Setelah Uji Normalitas terpenuhi, maka dilakukannya Uji-t yang bertujuan untuk menguji pengaruh ketebalan jari terhadap nilai kadar gula darah *non-invasive*. Pada dasarnya, uji-t bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh suatu variabel bebas terhadap variabel terikat, karena kedua kelompok sampel memiliki variabel terikat yang berbeda (Putri et al., 2023). Dengan menggunakan hipotesis H0 dan H1. H0 menyatakan bahwa tidak adanya pengaruh ketebalan jari pada hasil dari pengukuran kadar gula darah *non invasive* dan H1 menyatakan bahwa adanya pengaruh ketebalan jari terhadap hasil pengukuran kadar gula darah *non-invasive*. Dasar pengambilan keputusan pada uji-t yaitu nilai sig dibandingkan dengan alpha ($\alpha = 0,05$). Jika nilai sig $< \alpha$, maka H0 ditolak dan H1 diterima (Ernitawati et al., 2020).

Tabel 4. 7 Uji t Pengaruh ketebalan jari terhadap pengukuran kadar gula darah *non-invasive*

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	50.200	12.892		3.894	.005
	Ketebalan Jari	42.500	12.765	.762	3.330	.010

a. Dependent Variable: y1

Uji-t pada penelitian ini memiliki hasil nilai signifikan sebesar 0,010 dengan variabel x yaitu ketebalan jari dan variabel y yaitu nilai kadar gula darah *non-invasive*. Dapat dinyatakan bahwa hasil nilai signifikan dari uji-t sebesar 0,010 $<$ dari $\alpha(0,05)$, yang artinya adanya pengaruh ketebalan jari terhadap nilai kadar gula darah *non-invasive*.

4.5 Analisis dan Pembahasan

Telah dirancang dan direalisasikan Prototipe Alat Ukur Kadar Gula Darah Non-Invasive berbasis IoT (ThingSpeak). Pada penelitian ini menggunakan 2 jenis perangkat yaitu perangkat keras yang terdiri dari mikrokontroler, sensor, caturdaya dan rangkaian display. Adapun perangkat lunak yang terdiri dari sistem operasi *Software* Arduino IDE, *Windows* 10 untuk pemograman script dan *Website* ThingSpeak sebagai aplikasi penerapan IoT. Fokus penelitian ini adalah menganalisis tentang ada atau tidaknya pengaruh ketebalan jari terhadap hasil pengukuran kadar gula darah *non-invasive* dengan menggunakan sensor MAX30102 dengan menggunakan prinsip Photoplethysmograph atau *non-invasive*.

Pengambilan data terbagi menjadi dua tahap, tahap yang pertama yaitu tahap kalibrasi dengan pengambilan data nilai kadar gula darah menggunakan glukometer (*invasive*) dan pengambilan data nilai sinar RED dan IR dengan menggunakan sensor MAX30102, tahap yang kedua yaitu tahap uji karakteristik dari alat yang dirancang yaitu dengan membandingkan nilai antara nilai kadar gula darah *invasive* dengan nilai kadar gula darah *non-invasive* dengan menggunakan alat yang dirancang. Pengambilan data kalibrasi melibatkan 19 peserta, terdiri dari 7 pria dan 12 wanita (usia 20-25 tahun) dan untuk pengambilan data uji karakteristik alat atau uji validasi melibatkan 10 peserta, terdiri dari 5 wanita dan 5 pria (usia 20-25 tahun). Karakteristik dari alat yang dirancang yaitu meliputi standar deviasi, uji presisi dan uji akurasi.

Pada tahap kalibrasi, mencari nilai sinar RED dan IR dan dilakukan pencarian regresi kelinierannya. Untuk mengetahui rumus mencari kadar gula darah *non-invasive*, maka menggunakan nilai regresi tersebut. Sistem pencarian rumus

pada gambar 4. 2 menggunakan cara yaitu mengumpulkan hasil data dari 19 peserta yang memiliki hasil pengecekan nilai RED dan IR yang berbeda beda dan memiliki nilai kadar gula darah *invasive* yang berbeda beda juga, mendapatkan rumus ini juga dibantu menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*, Persamaan regresi yang digunakan untuk menggambarkan garis regresi. Persamaan regresi yakni sebagai berikut :

$$y = -0,0667x + 202,27 \quad (4.1)$$

dimana :

y = Nilai kadar gula darah (mg/dL)

x = Nilai jumlah IR dan RED (nm)

a = -0,0667 (mg/dL.nm)

b = 202,27 (mg/dL.nm)

(Wahyuni et al., 2020).

Dari persamaan diatas mendapatkan nilai regresi linier yaitu :

$$R^2 = 0.8528 \quad (4.2)$$

Nilai Regresi sebesar 0.8528 dapat dinyatakan bahwa hubungan antara kedua variabel yaitu antara nilai jumlah RED dan IR dengan Nilai kadar gula darah *invasive* sangat kuat, dari nilai regresi yang dihasilkan sehingga mendapatkan rumus untuk mencari nilai kadar gula *non-invasive* yaitu :

$$\text{Mg/dL} = \text{ir} \times 0.8528 \quad (4.3)$$

(Usman & Imran, 2019).

Setelah pengambilan data kalibrasi dan menentukan nilai regresi linier, dilakukannya pengambilan data uji validasi atau uji karakteristik dari alat yang dirancang, uji karakteristik meliputi Standar Deviasi, uji presisi dan uji akurasi. Standar deviasi, juga dikenal sebagai standar simpangan baku, adalah nilai yang menunjukkan tingkat variasi kelompok atau ukuran standar simpangan dari rerata (Febriani, 2022). Pada dasarnya, standar deviasi mengukur jarak antara tiap titik data dengan nilai rata-rata. Ketika nilai standar deviasi besar, artinya data tersebar luas di sekitar nilai rata-rata. Sebaliknya, jika nilai standar deviasi kecil, data cenderung berdekatan dengan nilai rata-rata. Berdasarkan Tabel 4.5, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 61 mg/dL yang memiliki nilai standar deviasi sebesar 1, ketika nilai kadar gula darah sebesar 81 mg/dL memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,894 ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 84 mg/dL memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,547, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 88 mg/dL memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,707, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 94 mg/dL memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,624, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 101 mg/dL memiliki nilai standar deviasi sebesar 1, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 101 mg/dL memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,836, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 103 mg/dL memiliki nilai standar deviasi sebesar 1,224, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 104 mg/dL memiliki nilai standar deviasi sebesar 1,224, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 110 mg/dL memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,707, dan dari pengambilan kadar gula darah *non-invasive* sebanyak 5 kali pengulangan dengan sampel sebanyak 10 orang menghasilkan nilai rata-rata standar deviasi sebesar 1,316.

Nilai presisi menggambarkan sejauh mana hasil pemeriksaan mendekati satu sama lain jika dilakukan berulang kali dengan sampel yang sama. Kesalahan acak yang tidak dapat dihindari memiliki dampak besar terhadap presisi. Biasanya, presisi diukur menggunakan koefisien variasi (%KV atau %CV) (Fallo et al., 2018). Uji presisi bertujuan untuk memastikan bahwa hasil pengukuran dapat dipercaya dan memberikan informasi yang tepat sesuai dengan situasinya. Berdasarkan tabel 4.5, ketika nilai kadar gula darah *non invasive* sebesar 61 mg/dL yang memiliki nilai presisi sebesar 98,37%, ketika nilai kadar gula darah sebesar 81 mg/dL memiliki nilai presisi sebesar 98,9%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 84 mg/dL memiliki nilai presisi sebesar 99,35%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 88 mg/dL memiliki nilai presisi sebesar 99,2%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 94 mg/dL memiliki nilai presisi sebesar 93,62%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 101 mg/dL memiliki nilai presisi sebesar 99%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 101 mg/dL memiliki nilai presisi sebesar 99,1%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 103 mg/dL memiliki nilai presisi sebesar 98,8%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 104 mg/dL memiliki nilai presisi sebesar 98,8%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 110 mg/dL memiliki nilai presisi sebesar 99,3% dan dari pengambilan kadar gula darah *non-invasive* sebanyak 5 kali pengulangan dengan sampel sebanyak 10 orang menghasilkan nilai rata rata presisi sebesar 98,43%.

Uji Akurasi merupakan langkah atau teknik yang diterapkan untuk mengevaluasi apakah suatu metode, teknik, atau alat pengukuran sesuai dengan standar atau tujuan yang telah ditetapkan. Fokus utama dari uji validasi adalah

menilai sejauh mana metode atau alat tersebut dapat dipercaya dalam menghasilkan data yang akurat dan sesuai dalam situasi yang diberikan. Biasanya, uji validasi melibatkan serangkaian langkah atau tes yang didesain untuk memverifikasi konsistensi dan keandalan metode atau alat tersebut dalam memberikan hasil yang dapat diandalkan. Berdasarkan tabel 4.5, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 61 mg/dL yang memiliki nilai akurasi sebesar 93,4%, ketika nilai kadar gula darah sebesar 81 mg/dL memiliki nilai akurasi sebesar 98,7%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 84 mg/dL memiliki nilai akurasi sebesar 100%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 88 mg/dL memiliki nilai akurasi sebesar 98,8%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 94 mg/dL memiliki nilai akurasi sebesar 98,9%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 101 mg/dL memiliki nilai akurasi sebesar 99%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 101 mg/dL memiliki nilai akurasi sebesar 100%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 103 mg/dL memiliki nilai akurasi sebesar 100%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* sebesar 104 mg/dL memiliki nilai akurasi sebesar 97,2%, ketika nilai kadar gula darah *non-invasive* memiliki nilai sebesar 110 mg/dL memiliki nilai akurasi sebesar 94,8%, dan dari pengambilan kadar gula darah *non-invasive* sebanyak 5 kali pengulangan dengan sampel sebanyak 10 orang menghasilkan nilai rata rata akurasi sebesar 97,16%.

Pada Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa ketika nilai kadar gula darah *invasive* sebesar 116 mg/dL dan pada nilai gula darah *invasive* sebesar 104 mg/dL pada jenis kelamin laki-laki, memiliki selisih yang cukup jauh dari hasil pengukuran nilai kadar gula darah pada alat *non-invasive*, hal ini disebabkan oleh ketebalan kulit yang cenderung lebih tebal dan ketebalan jari yang cenderung lebih besar daripada

sampel yang lain sehingga sinar mengalami banyak penyerapan dan sedikit mengalami hamburan, sedangkan untuk nilai kadar gula darah bernilai 57 mg/dL pada jenis perempuan, nilai pada kadar gula darah *non-invasive* nya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *invasive* nya, hal ini dikarenakan ketebalan kulit yang tipis dan ketebalan jari yang cenderung lebih kecil sehingga sinar mengalami lebih banyak hamburan dan mengalami sedikit penyerapan, sehingga adanya pengaruh ketebalan kulit dan jari setiap individu pada pengukuran percobaan ini.

Setelah melakukan uji validasi, dilakukannya uji normalitas untuk menentukan apakah data yang ingin di uji berdistribusi normal atau tidak. Jika berdistribusi normal, hasil dari uji normalitas pada penelitian ini yaitu untuk nilai kadar gula darah *non-invasive* memiliki nilai signifikan sebesar 0,256 dan ketebalan jari memiliki nilai signifikan 0,137 yang artinya dari 2 data tersebut memiliki nilai signifikan $> 0,05$, dapat dinyatakan bahwa data tersebut terdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji-t dengan tujuan untuk menguji pengaruh ketebalan jari terhadap nilai kadar gula darah *non-invasive*. Hasil dari uji-t pada penelitian ini yaitu memiliki nilai signifikan sebesar 0,010 yang artinya memiliki nilai signifikan $< 0,05$, dapat dinyatakan bahwa adanya pengaruh ketebalan jari terhadap nilai kadar gula darah *non-invasive* secara signifikan dan dapat menyatakan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Menurut (Usman & Imran, 2019), salah satu faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran tidak terdistribusi secara merata pada teknik *non-invasive* yaitu ketebalan jari dapat mempengaruhi hasil deteksi sensor, hal ini dibuktikan dari hasil penelitian ini yaitu adanya pengaruh ketebalan jari terhadap hasil pengukuran kadar

gula darah dan hasil analisis data pengaruh ketebalan jari terhadap hasil pengukuran kadar gula darah *non-invasive* dimana memiliki nilai signifikan 0,010.

4.5 Kajian Keislaman

Islam sangat memperhatikan kesehatan, begitu pula dalam Al-Quran dan dalam hadis banyak sekali referensi mengenai kesehatan. Kesehatan adalah salah satunya faktor yang menentukan kehidupan seseorang. Sebagai ajaran yang benar, Islam memperhatikan masalah kesehatan gizi, kebersihan dan kebaikan. Hal ini akan dapat menciptakan sinergi dalam tubuh manusia yang diciptakan Allah dengan keadaan alami atau fitrah. Seperti firman Allah SWT dalam surat Al-Araf ayat 31 yang berbunyi :

يٰۤاَيُّهَا اٰدَمُ خُذْ وَاٰزِجَتَكَ مَعَكَ وَابْنَيْكَ اٰدَمَ خُذُوْا زِيْنَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوْا وَشَرِبُوْا وَّلَا تُسْرِفُوْا اِنَّهٗ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِيْنَ

Artinya :

“Wahai anak cucu Adam! Pakailah pakaianmu yang bagus pada setiap (memasuki) masjid, makan dan minumlah, tetapi jangan berlebihan. Sungguh, Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan” (Q. S Al-A’raf (7):31).

Al-musrifin berarti yaitu melampaui batas atau terlalu banyak. Allah SWT tidak menyukai orang yang terlalu banyak makan dan minum. Sebab terlalu banyak makan dan minum dapat memicu penyakit dan menurunkan kualitas hidup. Oleh karena itu, makanlah hanya saat merasa lapar dan berhenti setelah kenyang, sebaliknya, minumlah air ketika Anda haus dan berhenti begitu rasa haus hilang (Nahar & Hidayatulloh, 2021).

Dalam ayat ini, Allah mengatur tata cara makan dan minum manusia. Pada masa Jahiliah, orang-orang yang melaksanakan ibadah haji hanya fokus pada makanan yang mengenyangkan, tanpa memperhatikan nilai gizi dan vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh. Namun, dengan turunnya ayat ini, Allah menetapkan bahwa

makanan dan minuman manusia harus dipilih dengan bijaksana untuk menjaga kesehatan tubuhnya. Dengan demikian, mereka akan lebih kuat dalam menjalankan ibadah. Ayat ini menegaskan pentingnya menggunakan pakaian yang layak, mengonsumsi makanan bergizi, dan minum minuman yang bermanfaat untuk menjaga kesempurnaan dan kesehatan tubuh agar dapat beribadah kepada Allah dengan baik. Kesehatan tubuh sangat dipengaruhi oleh pola makan dan minum. Konsumsi berlebihan makanan dan minuman dapat berdampak buruk bagi kesehatan. Oleh karena itu, Allah melarang berlebihan dalam makan dan minum.

Penelitian ini menggunakan dan memanfaatkan cahaya yang bertujuan untuk memudahkan pengukuran kadar gula darah supaya tidak menggunakan alat ukur konvensional. Seperti dalam firman Allah pula dalam surat An Nur ayat 35 yang berbunyi :

اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ ۗ مِثْلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۗ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ ۗ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ ۗ نُورٌ عَلَى نُورٍ ۗ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ ۗ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ ۗ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

Artinya:

"Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya Allah, adalah seperti sebuah lubang yang tak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam kaca (dan) kaca itu seakan-akan bintang (yang bercahaya) seperti mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di sebelah timur (sesuatu) dan tidak pula di sebelah barat(nya), yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah membimbing kepada cahaya-Nya siapa yang dia kehendaki, dan Allah memperbuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu"(Q. S. An-Nur (24):35).

Dalam ayat 35 Surat An-Nur, disebutkan bahwa Allah adalah pemberi cahaya bagi langit dan bumi, serta seluruh isinya. Pada saat wahyu ini diturunkan, Allah memperlihatkan cahaya-Nya melalui bentuk yang bisa dilihat dan dirasakan

oleh manusia, seperti cahaya lampu yang dianggap paling terang pada masa itu. Meskipun kini cahaya lampu tersebut mungkin tampak tak berarti dibandingkan dengan lampu listrik berdaya seribu watt atau lampu yang mampu menembus lapisan, kekuatan alam semesta yang bersumber dari cahaya tidak bisa dibandingkan dengan apapun buatan manusia termasuk cahaya laser.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, didapatkan kesimpulan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Karakteristik dari alat ukur kadar gula darah *non invasive* berbasis IoT (ThingSpeak) memiliki rata-rata nilai standar deviasi yaitu sebesar 1,415, rata rata nilai presisi yaitu sebesar 98,43% dan rata rata nilai akurasi yaitu sebesar 97,16%.
2. Adanya pengaruh ketebalan jari terhadap hasil pengukuran kadar gula darah *non-invasive* dengan menggunakan uji t. Hasil dari uji t tersebut yaitu memiliki nilai signifikan sebesar 0,010 (lebih kecil dari nilai sig $\alpha= 0,05$) di mana dapat dinyatakan adanya pengaruh ketebalan jari terhadap hasil pengukuran nilai kadar gula darah *non-invasive*.

5.2 Saran

Adapun saran pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Menambahkan program untuk keterangan untuk tinggi, normal atau rendahnya kadar gula darah pada display alat.
2. Membuat desain alat yang lebih kecil agar lebih mudah untuk dibawa kemanapun.

DAFTAR PUSTAKA

- Afraghassani, S., Sejahtera, & Ambar Wulan, S. (2019). Glutic. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Glukosa Urin Berbasis Teknologi Sensor Serat Optik Untuk Diagnosis Dini Diabetes. *Glutic. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Glukosa Urin Berbasis Teknologi Sensor Serat Optik Untuk Diagnosis Dini Diabetes*, 6(1), 1–12. <http://journal.unismuh.ac.id/>
- Ahada, L., & Subur, J. (2023). Alat Ukur Kadar Gula Darah Non- Invasive Dalam Urin Menggunakan TCS3200 Metode Artificial Neural Network. *SinarFe7*, 2(1), 69–73. <https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/401>
- American Diabetes Association. (2021). Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *ADA*.
- Ariyani, N., & Arifin, A. Z. (2021). Prediksi Tingkat Pengangguran Di Kabupaten Tuban Tahun 2020 Menggunakan Metode Regresi Linear Sederhana. *MathVision : Jurnal Matematika*, 3(1), 6–13. <https://doi.org/10.55719/mv.v3i1.245>
- Association, A. D. (2015). Standards of Medical Care in Diabetes—2015 Abridged for Primary Care Providers. *Clinical Diabetes*, 33(2), 97–111. <https://doi.org/10.2337/diaclin.33.2.97>
- Auer, M.K., et al. (2020). Auer, M.K., et al., “Glycemia and insulin resistance in transgender men,” *Journal of Endocrinology*, 2020. *Journal of Endocrinology*.
- Bahtiyar, D. (2022). *Prototype Alat Pemantau Suhu Tubuh , Detak Jantung Dan Saturasi Oksigen Menggunakan ESP32 dengan Koneksi Bluetooth Smartphone* *Prototype Alat Pemantau Suhu Tubuh , Detak Jantung Dan Saturasi Oksigen Menggunakan ESP32 dengan Koneksi Bluetooth Smartphone*.
- Dhindsa, S., et al. (2013). Testosterone deficiency and its association with type 2 diabetes. *Journal of Endocrinology*, 217(3).
- Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(2), 21–27. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i2.41>
- Ernitawati, Y., Izzati, N., & Yulianto, A. (2020). Pengaruh Literasi Keuangan Dan Pelatihan Pasar Modal Terhadap Pengambilan Keputusan Investasi. *Jurnal Proaksi*, 7(2), 66–81. <https://doi.org/10.32534/jpk.v7i2.1273>
- Fahmeyzan, D., Soraya, S., & Etmy, D. (2018). Uji Normalitas Data Omzet Bulanan Pelaku Ekonomi Mikro Desa Senggigi dengan Menggunakan Skewness dan Kurtosi. *Jurnal VARIAN*, 2(1), 31–36. <https://doi.org/10.30812/varian.v2i1.331>
- Fahmi, N. F., Firdaus, N., & Putri, N. (2020). Pengaruh Waktu Penundaan Terhadap Kadar Glukosa Darah Sewaktu Dengan Metode Poct Pada Mahasiswa. *Ilmiah Ilmu Keperawatan*, 11(2), 2–11.

- Fahriza, M. R. (2019). *Faktor Yang Mempengaruhi Penyebab Terjadinya Diabetes Milletus*. <https://doi.org/https://doi.org/10.31219/osf.io/v82ea>
- Fajri, N., Cahya, E. P., & Sriyati, S. (2024). *Validasi Metode Analisis Konsentrasi Larutan Kopi berdasarkan Spektroskopi Absorpsi Cahaya*. 8(1), 51–59.
- Fallo, Y., Sidharta, R. A., & Gunawan, L. S. (2018). Korelasi antara Neutrophyl Lymphocyte Ratio dengan Stadium Kanker pada Pasien Kanker Payudara Correlation Between Neutrophyl Lymphocyte Ratio with Cancer Stage in Breast Cancer Patients. *Biomedika*, 11(2), 63–69. <http://ejurnal.setiabudi.ac.id/ojs/index.php/biomedika>
- Febriani, S. (2022). Analisis Deskriptif Standar Deviasi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 910–913. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jptam.v6i1.8194>
- Fitryadi, K., & Sutikno, S. (2017). Pengenalan Jenis Golongan Darah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.14710/jmasif.7.1.10794>
- He, L., & Feng, B. He, L., & Feng, B. (2022). Principles of Sensors. In *Fundamentals of Measurement and Signal Analysis*. Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-19-6549-4_7
- Hotma, R. (2014). *Mencegah Diabetes dengan Perubahan Gaya Hidup*. InMedia, Bogor. <http://repo.poltekkesbandung.ac.id/id/eprint/3772>
- Jiwintarum, Y., Fauzi, I., Diarti, M. W., & Santika, I. N. (2019). Penurunan Kadar Gula Darah Antara Yang Melakukan Senam Jantung Sehat Dan Jalan Kaki. *Jurnal Kesehatan Prima*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.32807/jkp.v13i1.192>
- Kamelia, R. (2023). *Berapa Kadar Gula Darah yang Normal Berdasarkan Usia*. Tirto.Id.tirto.id/berapa-kadar-gula-darah-yang-normal-berdasarkan-usiaguDk
- Lukman et al. (2020). Rancang Bangun Smart DC Current and Voltage Monitoring Dengan Thingspeak Pada Simulator PLN Laboratorium Teknik Tenaga Listrik UGM. *Jurnal Listrik, Instrumentasi Dan Elektronika Terapan*, 1(2), 39–48.
- Lutfi, D. U. H. (2020). Analisis kadar glukosa pada kentang rebus (solanum tuberosum) sebagai pengganti nasi bagi penderita diabetes melitus dengan menggunakan spektrofotometri 1. *Jurnal Media Laboran*, 10, 26–32.
- Manurung et al. (2019). Non- invasive blood glucose monitoring using near infrared spectroscopy based on internet of things using machine learning. *IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference*, 5–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/R10-HTC47129.2019.9042479>
- Maulida et al. (2024). SISTEM DETEKSI DETAK JANTUNG BERBASIS SENSOR MAX30102, ARDUINO UNO, DAN OLED DISPLAY UNTUK PEMANTAUAN DETAK JANTUNG SECARA REAL-TIME. *JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, 12(3). <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4528>
- Moraes, J. L., Rocha, M. X., Vasconcelos, G. G., Vasconcelos Filho, J. E., de

- Albuquerque, V. H. C., & Alexandria, A. R. (2018). Advances in photoplethysmography signal analysis for biomedical applications. *Sensors (Switzerland)*, *18*(6), 1–26. <https://doi.org/10.3390/s18061894>
- Mullerova, J., Sutta, P., & Hola, M. (2021). Optical Absorption in Si Thin Films: Revisiting the Role of the Refractive Index and the Absorption Coefficient. *Coatings*, *11*(9), 1081. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/coatings11091081>
- Nahar, M. H., & Hidayatulloh, M. K. (2021). Diet in Islamic Perspective. *Jurnal AlifLam Journal of Islamic Studies and Humanities*, *2*(2), 206–215. <https://doi.org/10.51700/aliflam.v2i2.224>
- Narkhede, P., Dhalwar, S., & Karthikeyan, B. (2016). NIR based non-invasive blood glucose measurement. *Indian Journal of Science and Technology*, *9*(41), 1–7.
- Nurindah, S., & Daulay, A. H. (2023). *Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah Non-Invasive Berbasis Arduino Nano*. *5*(3), 161–168.
- Nurul Hidayati Lusita Dewi, Mimin F. Rohmah, S. Z. M. (2019). Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot). *Teknologi Informasi*, 3–3.
- Oroh, W. (2018). HUBUNGAN OBESITAS DENGAN KEJADIAN DIABETES MELITUS. *E-Journal Keperawatan (e-Kp)*, *6*. <https://doi.org/https://doi.org/10.35790/jkp.v6i1.25183>
- Pratiwi, C. A. et al. (2016). Akuisisi Data Sinyal Photoplethysmograph (PPG) Menggunakan Photodiode. *Jurnal Politeknik Caltex Riau*, *2*(2), 33–42.
- Putra, R. (2020). *Alat Monitoring Detak Jantung Berbasis Internet of Thing*. *1*, 1–23. <http://repositori.unsil.ac.id/id/eprint/8014>
- Putri, A. D., Ahman, A., Hilmia, R. S., Almaliyah, S., & Permana, S. (2023). Pengaplikasian Uji T Dalam Penelitian Eksperimen. *Jurnal Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, *4*(3), 1978–1987. <https://doi.org/10.46306/lb.v4i3.527>
- Rachim, V. P., & Chung, W. Y. (2018). Wearable-band type visible-near infrared (VIS-IR) optical sensor for non-invasive blood glucose monitoring. *International Meeting on Chemical Sensors- MCS 2018*, 73–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.1373/49.6.924>.
- Resmiati, & Putra, M. (2021). Akurasi Dan Presisi Alat Ukur Tinggi Badan Digital. *Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Andalas*, *6*(3), 616–621.
- Rezza, M. (2017). *Perancangan Dan Implementasi Alat Ukur Kadar Hemoglobin Darah Secara Non - Invasive Berbasis Arduino*. *3*(3), 4665–4668.
- Rianti, E. D. D. (2022). Pemanfaatan Sinar Infra Merah Terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma* *2*, 1–12.
- Rismayanti, A. (2022). *Rismayanti, A. Pemeriksaan Penunjang Diabetes Melitus*.

Diedit oleh M. Martini.

- Romadhoni, T., Setioningsih, E. D., & Putra, M. P. A. T. (2019). Photoplethysmograph Portable. *Jurnal Teknokes*, 12(1), 21–26. <https://doi.org/10.35882/teknokes.v12i1.4>
- Sari, I. S., & Sueb, S. (2019). Hubungan Antara Perkembangan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Terhadap Perubahan Pola Pikir Masyarakat Di Desa Kampung Sawah Kabupaten Bangkalan Madura. *Jurnal Psikologi Jambi*, 5(1), 12–20. <https://doi.org/10.22437/jpj.v6ijuli.11741>
- Saritas et al. (2019). *Non-invasive evaluation of coronary heart disease in patients with chronic kidney disease using photoplethysmography*. 12(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/ckj/sfy135>
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for Scientists and Engineers (10th ed.)*.
- Shiddiq, M. J., & Nugraha, A. T. (2022). Sistem Monitoring Detak Jantung pada Sepeda Treadmill. *Journal of Computer Electronic and Telecommunications*, 3(2). <https://doi.org/10.52435/complete.v3i2.200>
- Sumarti, H., & Wulandari, A. (2022). VALIDASI ALAT UKUR KADAR GULA DARAH SECARA NON- INVASIVE MENGGUNAKAN SENSOR TCRT5000 UNTUK. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 9, 51–61.
- Suryantoro, H. (2019). Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(3), 20. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i3.48718>
- Suyana, N., Ati, A. P., & Widiyanto, S. (2018). Metode Partisipatori untuk Meningkatkan Kemampuan Menulis Argumentasi Pada Siswa MTs Nurul Hikmah Kota Bekasi The Effectiveness of Participatory Method to Enhance Argumentative Writing Skill for the Students of MTs Nurul Hikmah, Bekasi City. *Linguista*, 2(2), 80–86. <https://student.cnnindonesia.com/edukasi>
- Suyono, H., & Hambali, H. (2020). Perancangan Alat Pengukur Kadar Gula dalam Darah Menggunakan Teknik Non-Invasive Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(1), 69. <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i1.107482>
- Usman, U., & Imran, A. (2019). Monitoring Kadar Glukosa Darah Non-Invasif Menggunakan Sensor Photoacoustic. *Celebes Health Journal*, 1(2), 99–111. <https://www.mendeley.com/catalogue/2a750cbb-70e7-3c2e-91ec111e5a7dbdb2/>
- Waetzig, K., & Kinski, I. (2023). Influence of Sample Thickness and Concentration of Ce Dopant on the Optical Properties of YAG Ceramic Phosphors. *Journal of Materials Research*. <https://link.springer.com/article/10.1557/s43578-023-00183-7>
- Wahyuni, I. S., Rachmawati, A., Jurusan, U., Wilayah, P., & Kota, D. (2020).

Perubahan Bencana Lusi Terhadap Suhu Dan Curah Hujan Di Kecamatan Jabon, Porong Dan Tanggulangin. *Planning for Urban Region and Environment Journal (PURE)*, 10(2), 23–32. [https:// purejournal.ub.ac.id/index.php/pure/article/view/165](https://purejournal.ub.ac.id/index.php/pure/article/view/165)

Widhiarso, W., & UGM, F. P. (2012). Tanya jawab tentang uji normalitas. *Fakultas Psikologi UGM*, 1–5.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
GAMBARAN PENELITIAN



Alat ukur konvensional



Pengambilan kadar gula darah *non invasive*



Pengambilan kadar gula darah *invasive*



Rangkaian Alat *non invasive*



Pengambilan kadar gula darah *non invasive*



Tampilan Alat *non invasive*

LAMPIRAN 2

PEMOGRAMAN

```

#include<ESP8266WiFi.h>
#include<WiFiClient.h>
#include<ESP8266HTTPClient.h>
#include <ThingSpeak.h>

#include "MAX30105.h"
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

MAX30105 particleSensor;
int ir;
int kadar;
float rumus =0.08258;

const char *ssid = "alifarmy_"; //nama Hotspot yang
const char *password = "12345678"; //Password Hotspot
WiFiClient client;
unsigned long myChannelNumber = 2578753; //channel ID
const char * myWriteAPIKey = "CZHZR0AYPD62REC7"; //write APIKey

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(10);
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid); //menampilkan nama hotspot ke Serial monitor
  WiFi.begin(ssid, password); //memulai untuk terhubung WiFi

  particleSensor.begin(Wire, I2C_SPEED_FAST);
  particleSensor.setup();
  lcd.begin();
  lcd.backlight();

  //memastikan koneksi dengan hotspot
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED){
    delay(500);
    Serial.print("loading connect wifi");
    Serial.print(".");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Connecting WiFi");
  }
}

```

```

}

Serial.println(" ");
Serial.println("WiFi connected"); //menandakan sudah terkoneksi
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("WiFi Connected");
Serial.println(WiFi.localIP()); //menampilkan Alamat IP
ThingSpeak.begin(client); //memulai thingspeak
}

void loop() {
  ir = particleSensor.getIR(); // Get IR value
  kadar = ir*rumus;
  float glks = kadar/100;

  if (kadar>500){
    Serial.print("glukosa =");
    Serial.println(glks);
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" ");
  }
  else{
    Serial.println("glukosa = 0");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" Letakkan Jari ");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" ");
  }
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("BS= ");
  lcd.print(glks);
  lcd.print(" mg/dL");
  ThingSpeak.writeField(myChannelNumber, 1, glks, myWriteAPIKey);
  delay(1000);
}

```



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG

Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533
Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200604110031
 Nama : HILMY ALIFATUNNISA
 Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jurusan : FISIKA
 Dosen Pembimbing 1 : MUTHMAINNAH,M.Si
 Dosen Pembimbing 2 : NAQIIBATIN NADLIRIYAH,M.Si
 Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : PROTOTIPE ALAT PENGUKUR KADAR GULA DARAH NON-INVASIVE BERBASIS IOT (UBIDOTS)

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	09 Oktober 2023	MUTHMAINNAH,M.Si	Konsultasi Pengajuan Judul	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	11 Oktober 2023	MUTHMAINNAH,M.Si	Konsultasi BAB I	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	16 Oktober 2023	MUTHMAINNAH,M.Si	Konsultasi BAB II	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	26 Oktober 2023	MUTHMAINNAH,M.Si	Konsultasi BAB III	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	27 Oktober 2023	MUTHMAINNAH,M.Si	Konsultasi BAB I,II,III	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	22 Januari 2024	MUTHMAINNAH,M.Si	Konsultasi Seminar Proposal	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	13 Maret 2024	NAQIIBATIN NADLIRIYAH,M.Si	Konsultasi Integrasi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	04 Juni 2024	MUTHMAINNAH,M.Si	Konsultasi BAB IV	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9	03 Juli 2024	MUTHMAINNAH,M.Si	Konsultasi untuk Seminar Hasil	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	03 Juli 2024	NAQIIBATIN NADLIRIYAH,M.Si	Konsultasi Integrasi BAB IV	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui

Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

NAQIIBATIN NADLIRIYAH,M.Si

Malang, 21 Oktober 2024

Dosen Pembimbing 1

MUTHMAINNAH,M.Si



Kajun, Kaprodi,