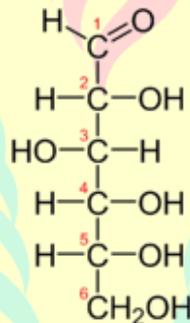


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Glukosa Darah dan Kaitannya dengan Diabetes

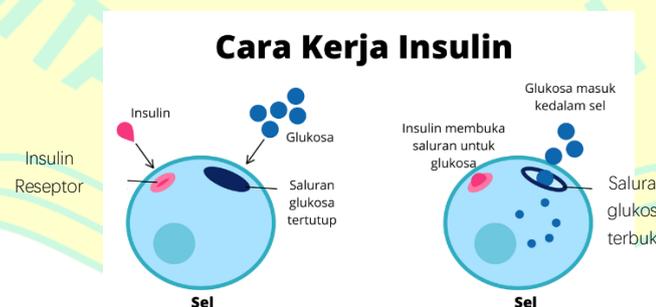
Plasma darah tersusun atas 90% air dan 10% sisanya adalah komponen lain seperti karbon dioksida, glukosa, asam amino, lipid, dan garam organik (Semi, *et al.*, 2021). Glukosa adalah jenis gula yang berasal dari makanan dan dapat digunakan sebagai sumber energi. Rumus senyawa kimianya adalah $C_6H_{12}O_6$ dengan berat molekulnya 180 g/mol. Di dalam 100 ml darah terdapat 70-100 ml glukosa.



Gambar 2. 1. Gugus fungsi glukosa

(Sumber: Glukosa-Wikipedia)

Saat tubuh memproses glukosa dan menyebarkannya ke seluruh tubuh melalui aliran darah, itu disebut glukosa darah atau gula darah. Tubuh memproses dan menyimpan glukosa dibantu oleh hormon insulin.



Gambar 2. 2. Cara kerja insulin

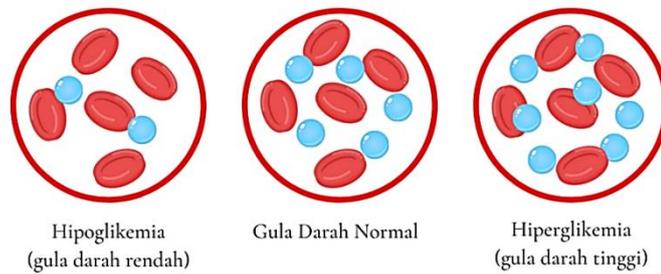
(Sumber: *Breathe Well being*)

Tubuh sendiri dapat menjaga kadar glukosa dalam darah agar tetap konstan. Sel beta di dalam pankreas bertugas untuk memantau kadar glukosa darah. Ketika kadar glukosa darah naik setelah makan, sel beta akan melepaskan insulin ke dalam aliran darah. Insulin membantu memindahkan glukosa ke dalam sel. Sel-sel di dalam tubuh akan menggunakannya sebagai energi. Jika tersisa, glukosa akan disimpan dalam bentuk glikogen di hati dan otot. Sistem ini akan bekerja dengan baik pada tubuh dengan pankreas yang sehat dan tidak berlaku pada pasien diabetes. Orang dengan diabetes memiliki kadar glukosa yang lebih tinggi dari normal dalam darah mereka (Watson, 2021). Diabetes dibagi kedalam dua tipe utama: tipe 1 dan tipe 2.

Penderita diabetes tipe 1, tidak mampu memproduksi insulin dengan baik yang biasa terjadi pada masa kanak-kanak atau remaja. Hal ini terjadi karena sistem kekebalan tubuh yang menghancurkan sel beta penghasil insulin di pankreas. Sedangkan, penderita diabetes tipe 2 memiliki resistansi insulin. Tubuh masih memproduksi insulin, tetapi tidak dapat menggunakannya secara efektif (Osborn, 2020).

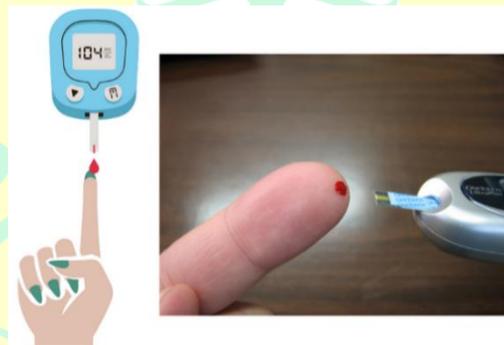
B. Metode Pengukuran Glukosa Darah

Pemantauan glukosa darah adalah proses diamatinya pola fluktuasi kadar glukosa darah sebagai bentuk respon tubuh terhadap diet, olahraga, obat-obatan, dan atau proses patologis yang terkait dengan glukosa darah seperti diabetes (Mathew & Tadi, 2021). Dokter biasa meminta pasien untuk mengukur glukosa darah puasa segera setelah bangun tidur, sebelum mereka makan atau minum. Kadar glukosa darah puasa memberikan petunjuk penting tentang bagaimana tubuh mengelola glukosa darahnya. Kadar glukosa darah puasa yang tinggi menunjukkan resistansi insulin atau diabetes, sedangkan glukosa darah yang rendah secara tidak normal dapat disebabkan oleh obat diabetes (Cronkleton, 2021).



Gambar 2. 3. Level glukosa darah

Pengukuran glukosa darah dapat dilakukan dengan beberapa metode. Metode pertama adalah metode konvensional dengan menusukkan lancet pada pembuluh darah kapiler dan meneteskan darah yang keluar pada kertas uji sekali pakai yang mengandung enzim *Glucose dehydrogenase* dan koenzimnya lalu dimasukkan ke dalam alat pengukur glukosa darah elektronik. Ketika darah diletakan pada kertas uji, enzim *Glucose dehydrogenase* dan koenzim itu akan mengkonversi glukosa dalam sampel darah tersebut menjadi glukonolakton. Reaksi ini menghasilkan arus listrik DC yang tidak berbahaya (Patologi Klinik Unhas, 2018). Lebih banyak glukosa darah menghasilkan sinyal yang lebih kuat. Sinyal yang lebih kuat akan menampilkan angka yang lebih tinggi pada meteran glukosa darah (Cristol, 2021). Meteran akan menampilkannya dalam satuan mg/dL atau mmol/L (Gonzales, *et al.*, 2019).



Gambar 2. 4. Pengukuran glukosa darah metode invasif

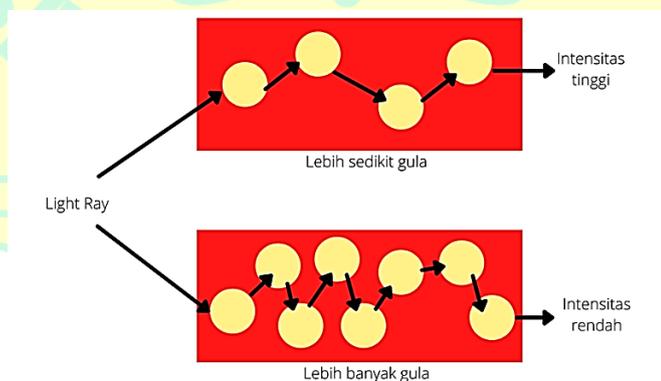
Metode invasif memiliki beberapa kekurangan yaitu prosesnya dapat menyebabkan iritasi karena tertusuk lancet dan memungkinkan adanya infeksi terkait darah jika penggunaannya tidak dilakukan dengan benar. Kekurangan inilah yang membuat metode invasif tidak direkomendasikan untuk pemantauan

glukosa secara terus-menerus. Selain itu, total biaya yang dikeluarkan tidaklah sedikit. Kelebihan pengukuran ini adalah alat yang digunakan mudah didapat dan tersedia di pasaran. Kemudahan ini muncul karena pengukuran secara invasif merupakan metode konvensional dalam pengukuran kadar glukosa darah (Jain, *et al.*, 2021). Selain itu, untuk tingkat keakurasian, pengukuran invasif masih lebih unggul dibandingkan dengan metode non-invasif (So, *et al.*, 2012).

C. Metode Optik untuk Pengukuran Glukosa Darah

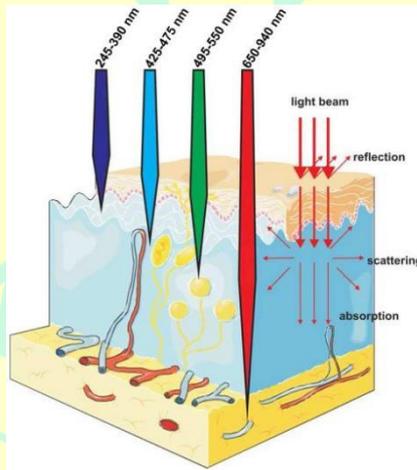
Metode non-invasif untuk pengukuran glukosa darah sebagian besar bergantung pada karakteristik penyerapan dan transmisi optik. Ketika cahaya jatuh ke atom, osilasi gelombang elektromagnetik menyebabkan elektron beresilasi. Dengan cara ini atom menyerap energi cahaya. Atom-atom yang sangat kecil membentuk struktur terikat yang dapat menyerap energi dan tetap menjadi satu kesatuan yang kohesif asalkan jumlahnya tepat. Jika jumlah energi tidak sesuai dengan nilai yang "benar", atom tidak menyerapnya sama sekali. Dalam konteks fisika kuantum, nilai energi yang "benar" ini menciptakan satu set kuantum energi (potongan). Jadi, dikatakan bahwa energi atom terkuantisasi.

Dua atau lebih atom yang berinteraksi akan membentuk struktur terikat bernama molekul. Mereka juga memiliki tingkat energi dan dengan cara yang sama, molekul-molekul ini dapat menyerap foton dari berbagai panjang gelombang tergantung pada strukturnya (Union Edu, n.d.).



Gambar 2. 5. Pengaruh glukosa pada jalur cahaya

Spektroskopi infra merah digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada suatu senyawa, khususnya senyawa organik. Jika suatu senyawa organik dilewati oleh sinar infra merah dengan frekuensi tertentu, akan didapat beberapa frekuensi yang diserap oleh senyawa tersebut. Ketika alat pendeteksi diletakkan pada sisi lainnya, frekuensi yang tertangkap oleh detektor diukur sebagai presentasi transmitansi. Setiap serapan pada panjang gelombang tertentu menggambarkan suatu gugus fungsi spesifik (Sabrina, 2011). Pada ikatan kovalen, atom-atom tidak disatukan oleh ikatan yang kaku, dan berikatan karena kedua intinya terikat pada pasangan elektron yang sama. Kedua inti atom dapat bergetar dalam posisi yang memungkinkan. Energi yang terlibat dalam vibrasi ini bergantung pada panjang ikatan dan massa atom yang saling berikatan. Jika ikatan ini disinari dengan jumlah energi yang tepat, vibrasi akan terjadi pada keadaan yang lebih tinggi (Dachriyanus, 2004). Glukosa darah memberikan penyerapan yang berbeda untuk panjang gelombang yang berbeda. Salah satunya menggunakan sensor *near-infrared* (NIR) dengan panjang gelombang 940nm. Pengukuran glukosa menggunakan NIR memungkinkan penetrasi kisaran 1 hingga 100 milimeter pada jaringan tubuh (Pande & Joshi, 2017).



Gambar 2. 6. Karakteristik serapan NIR

(Sumber: Song, Nie, & Chen, 2016)

Karakteristik cahaya NIR sebagai gelombang elektromagnetik ketika melewati suatu materi maka akan terjadi interaksi. Gelombang elektromagnetik

akan mengalami peluruhan eksponensial ketika melewati media. Media ini disebut “*Opaque*” atau medium atenuasi. Peluruhan ini dapat dijelaskan oleh hukum Beer-Lambert. Jika gelombang elektromagnetik yang merambat dalam arah +z secara konvensional dapat dijelaskan oleh persamaan:

$$\mathbf{E}(z, t) = \text{Re} \left[\mathbf{E}_0 e^{i(kz - \omega t)} \right] \quad (2.1)$$

Salah satu cara untuk memasukkan redaman ke dalam persamaan matematis gelombang adalah melalui koefisien atenuasi:

$$\mathbf{E}(z, t) = e^{-\frac{\alpha z}{2}} \text{Re} \left[\mathbf{E}_0 e^{i(kz - \omega t)} \right] \quad (2.2)$$

Dengan α adalah koefisien atenuasi, maka intensitas gelombang memenuhi:

$$I(z) \propto \left| e^{-\frac{\alpha z}{2}} \mathbf{E}_0 e^{i(kz - \omega t)} \right|^2 = |\mathbf{E}_0|^2 e^{-\alpha z} \quad (2.3)$$

Dengan begitu,

$$I(z) = I_0 e^{-\alpha z} \quad (2.4)$$

Keterangan:

\mathbf{E}_0 = Vektor pada sumbu x-y dengan satuan medan listrik

ω = Frekuensi angular gelombang (rad/s)

k = Intensitas cahaya yang masuk (W.m^{-2})

Re = Indikasi partikel real

e = Bilangan Euler

Salah satu besaran koefisien atenuasi adalah koefisien atenuasi molar atau koefisien absorbansi molar (ϵ). Dalam Beer-Lambert, ekspresi umum yang menghubungkan atenuasi optik dari medium pelemahan dengan konsentrasi seragam dengan panjang lintasan optik yang melewati medium dan konsentrasi atenuasinya. Persamaan ini ditulis sebagai:

$$A = \epsilon CL \quad (2.5)$$

Nilai absorbansi (A) juga berkorelasi dengan transmitansi (T). Bentuk yang lebih umum dari hukum Beer-Lambert menyatakan bahwa untuk atenuasi N dalam sampel material:

$$T = e^{-\sum_{i=1}^N \sigma_i \int_0^L n_i(z) dz} = 10^{-\sum_{i=1}^N \varepsilon_i \int_0^L c_i(z) dz} \quad (2.6)$$

atau sebanding dengan,

$$\tau = \sum_{i=1}^N \tau_i = \sum_{i=1}^N \sigma_i \int_0^L n_i(z) dz \quad (2.7)$$

$$A = \sum_{i=1}^N A_i = \sum_{i=1}^N \sigma_i \int_0^L n_i(z) dz \quad (2.8)$$

Model matematis yang mengungkapkan bagaimana cahaya diserap oleh materi. Intensitas cahaya yang ditransmisikan berkurang secara eksponensial dengan peningkatan konsentrasi zat dalam larutan dan juga dengan bertambahnya jarak yang ditempuh zat. Dari persamaan di atas, transmitansi terkait dengan kedalaman optik dan absorbansi ditulis sebagai:

$$T = (\varphi_e^t)(\varphi_e^i) = e^{-\tau} = 10^{-A} \quad (2.9)$$

Sehingga berlaku persamaan (2.10) untuk menyatakan penyerapan cahaya sebagai fungsi konsentrasi glukosa darah (Prawiroedjo, dkk., 2016).

$$A = \log\left(\frac{I_o}{I}\right) = \varepsilon CL \quad (2.10)$$

Keterangan:

A = Absorbansi cahaya (Au)

I_o = Intensitas cahaya yang ditransmisikan ($W.m^{-2}$)

I = Intensitas cahaya yang masuk ($W.m^{-2}$)

ε = Koefisien atenuasi molar ($L.mol^{-1}.cm^{-1}$)

C = Konsentrasi larutan glukosa ($mol.L^{-1}$)

- L = Panjang lintasan cahaya yang melalui medium (cm)
- σ_i = Atenuasi *cross section* i dari material sampel (cm²/mol)
- n_i = Nomor densitas atenuasi i dari material sampel
- φ_e^t = Fluks radiasi yang ditransmisikan permukaan sampel (W.m⁻²)
- φ_e^i = Fluks radiasi yang diterima permukaan sampel (W.m⁻²)

Ketika berinteraksi dengan jaringan tubuh manusia, sinar akan dilemahkan oleh hamburan dan penyerapan jaringan yang terjadi karena ketidaksesuaian indeks refraksi cairan ekstraseluler dan membran sel. Indeks refraksi cairan ekstraseluler bervariasi dengan konsentrasi glukosa sedangkan indeks membran seluler diasumsikan relatif konstan (Ashok & Kumar, 2013).

Persamaan hukum Beer-Lambert juga menggambarkan garis lurus dengan titik potong nol, sehingga memungkinkan untuk menghitung konsentrasi jika kita mengetahui kemiringan kurva standar. Dalam persamaan garis lurus:

$$y = mx + b \quad (2.11)$$

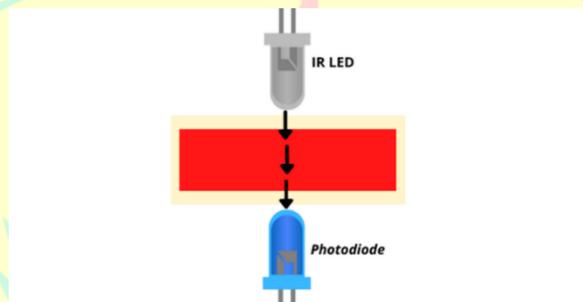
Absorbansi diukur pada sumbu y , konsentrasi pada sumbu x , nilai L terdiri dari kemiringan (m) dan b sama dengan perpotongan y dimana bernilai nol. Sehingga, konsentrasi larutan dapat dihitung dengan membagi absorbansi cahaya dengan kemiringan kurva standar:

$$C = \frac{A}{\varepsilon L} \quad (2.12)$$

D. Sensor Infra Merah (Sensor IR)

LED IR (*Infrared Light Emitting Diode*) adalah instrumen elektronik yang digunakan untuk merasakan karakteristik tertentu dari sekitarnya dengan memancarkan dan atau mendeteksi radiasi infra merah. Sensor ini biasa dipasangkan dengan fotodiode yang berperan sebagai *receiver* dan IR LED sendiri sebagai *transmitter*. Sensor IR bekerja dengan menggunakan sensor cahaya terpilih untuk mendeteksi panjang gelombang cahaya yang dipilih dalam spektrum infra merah (IR). Infra merah adalah salah satu radiasi elektromagnetik

dengan panjang gelombang yang ada dalam kisaran 760nm hingga 100.000 nm dan terbagi kedalam beberapa pita (Tsai & Hamblin, 2017): *Near-infrared* (NIR, 780nm~1.4 μ m), *Mid-infrared* (MIR, 1.4~3 μ m), dan *Far-infrared* (FIR, 3 μ m~1mm) (ICNIRP, n.d.). Prinsip kerja dari sensor ini adalah ketika cahaya IR jatuh pada fotodiode, resistansi dan tegangan keluaran sensor ini berubah sebanding dengan besarnya cahaya IR yang diterima (Ajmera, 2017).



Gambar 2. 7. Cara kerja sensor infra merah

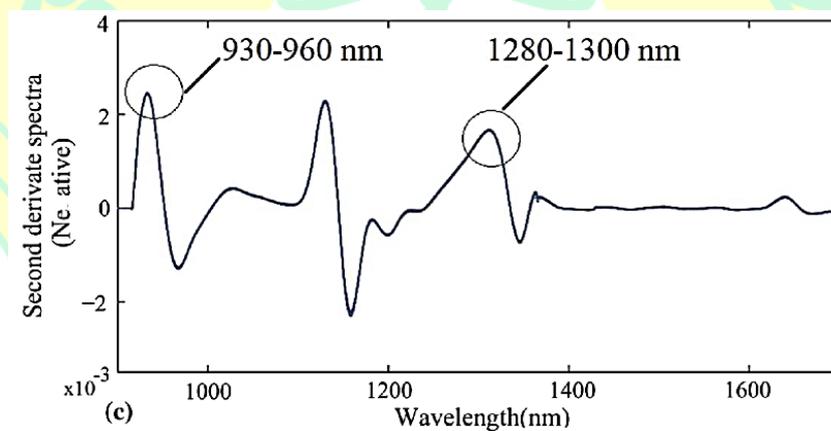
Setiap molekul memiliki nilai energi tertentu dan setiap gugus fungsi spesifik pada bilangan gelombang tertentu. Dalam kimia organik, fungsi utama spektroskopi infra merah adalah elusidasi struktur molekul seperti OH, C=O, C=C, C-H, O-H, C-O, dan C-C (Kristianingrum, n.d.). Glukosa dengan gugus C-O memiliki puncak serapan cahaya pada panjang gelombang 940nm, 970nm, 1197 nm, 1408nm, 1536nm, 1688nm, 1925nm, 2100nm, 2261nm dan 2326nm. Tetapi pada panjang gelombang 940nm redaman sinyal optik oleh konstituen lain dari darah seperti air, trombosit, sel darah merah, dan lainnya adalah minimum, maka kedalaman penetrasi yang diinginkan dapat dicapai, konsentrasi glukosa yang diinginkan dapat dicapai dan konsentrasi glukosa aktual dapat diprediksi (Narkhede & Dhalwar, 2016).

Tabel 2. 1. Daerah Serapan Infra Merah

| Pita (cm ⁻¹) | Major assignments for plasma contents |
|--------------------------|---|
| 3020-3000 | v(CH): unsaturated fatty acids, cholesterol esters |
| 2990-2950 | v _{as} (CH ₃): cholesterol esters, triglycerides, glycerol |
| 2950-2880 | v _{as} (CH ₂): long chain fatty acids, phospholipids |
| 2880-2860 | v _s (CH ₃): cholesterol esters, triglycerides, glycerol |
| 2870-2830 | v _s (CH ₂): long chain fatty acids, phospholipids |
| 2996-2819 | v _{as} (CH ₃), v _s (CH ₃), v _{as} (CH ₂), v _s (CH ₂): fatty acids, phospholipids, triglycerides |
| 1739-1732 | v(C=O): lipids, cholesterol esters, triglycerides |
| 1720-1600 | v(C=O): (amide I) β-sheet: protein, turns, coils |
| 1630-1560 | δ(NH ₂): amino acids |
| 1600-1480 | δ(N-H): (amide II) α-helix: proteins |
| 1480-1430 | δ _{as} (CH ₃), δ _{as} (CH ₂), δ _s (CH ₃), δ _s (CH ₂): fatty acids, phospholipids, triglycerides |
| 1430-1360 | v(COO ⁻): amino acids |
| 1300-900 | v(C-O): saccharides, glucose, lactate, glycerol |

v: stretching vibration, δ: bending (scissoring) vibration, s: symmetric, as: asymmetric

(Sumber: Dilianti, 2016)



Gambar 2. 8. Spektrum glukosa pada daerah NIR

(Sumber: Jain, et al., 2019)

Pendekatan yang paling umum dengan menggunakan kedalaman penetrasi adalah:

$$E(z, t) = e^{\frac{-z}{2\delta_{\text{pen}}}} \operatorname{Re} \left[E_0 e^{i(kz - \omega t)} \right] \quad (2.13)$$

$$I(z) = I_0 e^{-z/\delta_{\text{pen}}} \quad (2.14)$$

Dimana δ_{pen} adalah kedalaman penetrasi. Jika kedalaman kulit (δ_{skin}) diketahui, persamaan gelombang yang memenuhi adalah:

$$E(z, t) = e^{\frac{-z}{\delta_{\text{skin}}}} \operatorname{Re} \left[E_0 e^{i(kz - \omega t)} \right] \quad (2.15)$$

$$I(z) = I_0 e^{-2z/\delta_{\text{skin}}} \quad (2.16)$$

Secara fisik, kedalaman penetrasi adalah jarak yang ditempuh gelombang sebelum intensitasnya berkurang dengan faktor $1/e \approx 0.37$. Kedalaman kulit adalah jarak yang dapat ditempuh oleh gelombang sebelum amplitudonya berkurang dengan faktor yang sama. Koefisien absorpsi terkait dengan kedalaman penetrasi dan kedalaman kulit adalah:

$$\alpha = \frac{1}{\delta_{\text{pen}}} = \frac{2}{\delta_{\text{skin}}} \quad (2.17)$$

E. Step Counter (Penghitung Langkah)

Aktivitas fisik atau *physical activity* (PA) adalah landasan manajemen pasien dengan diabetes. Sayangnya, sebagian penderita diabetes tidak memiliki aktivitas fisik yang cukup karena kurangnya motivasi dan pengawasan (Qiu, *et al.*, 2014). Padahal, manfaat kesehatan yang lebih besar akan diperoleh dengan lebih banyak aktivitas fisik. Salah satu cara yang paling mudah untuk meningkatkan PA adalah dengan berjalan (Valenti, *et al.*, 2016). Berjalan kaki adalah aktivitas kebugaran *low-impact* yang baik yang dapat dinikmati oleh orang-orang dari segala usia dan level kebugaran. Untuk memupuk motivasi pasien berjalan, dokter akan

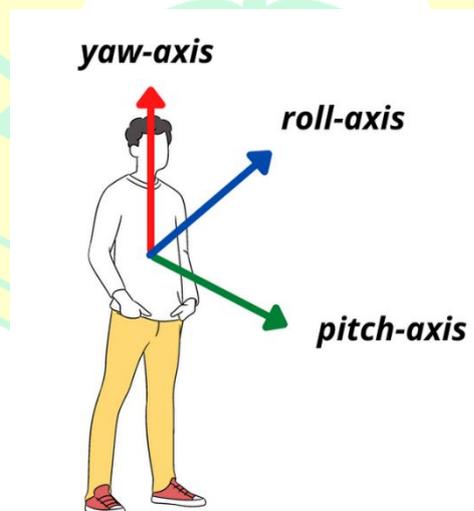
memberikan target harian yang harus dipenuhi dengan mempertimbangkan kondisi pasien itu sendiri. Alat yang digunakan untuk menghitung langkah kaki dikenal dengan sebutan *step counter* atau pedometer sebagai faktor motivasi untuk perubahan perilaku aktivitas fisik.

Step counter dapat dibangun dengan menggunakan sensor akselerometer yang dirancang untuk mengukur akselerasi statis atau dinamis. Akselerasi statis adalah gaya konstan yang bekerja pada benda seperti gravitasi atau gesekan dan besarnya seragam atau dapat diperkirakan. Misalnya, percepatan gravitasi konstan pada $9,8 \text{ m/s}^2$, dan gaya gravitasi hampir sama di setiap titik di bumi. Sedangkan akselerasi dinamis adalah gaya tidak seragam, seperti getaran atau guncangan yang menyebabkan perubahan akselerasi secara tiba-tiba jika dibandingkan dengan keadaan sebelumnya. Teori dibalik akselerometer adalah sensor ini mendeteksi akselerasi dan mengubahnya menjadi besaran terukur seperti tegangan listrik (Omega, 2018).

Algoritma dari sensor akselerometer menggunakan data percepatan linear sumbu x, y, z:

$$\|a\| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (2.18)$$

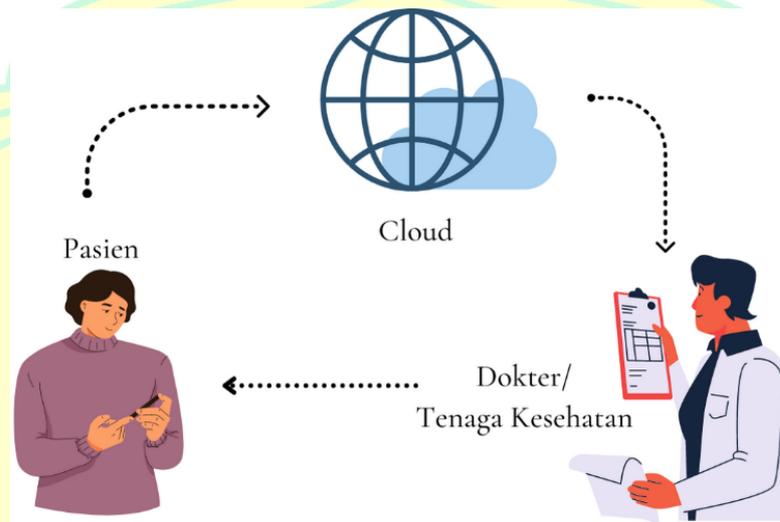
Sumbu ini mewakili tiga komponen gerak individu yaitu *yaw-axis*, *roll-axis*, dan *pitch-axis* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.3.



Gambar 2. 9. Penjelasan ketiga sumbu

F. Sistem Pemantauan berbasis Telemetri

Prinsip ini menjadi dasar teknologi *Wearable Health Devices* (WHDs) yang bertujuan untuk meningkatkan aksesibilitas masyarakat terkait status kesehatannya, serta dapat meningkatkan kualitas perawatan (Dias & Cunha, 2018).



Gambar 2. 10. Pemantauan berbasis telemetri

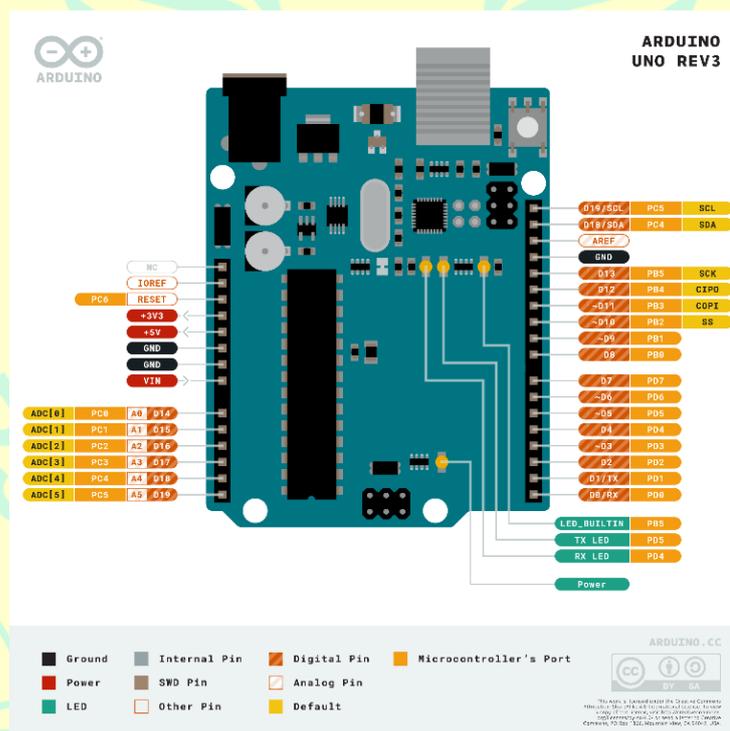
Di bidang medis, perangkat *wearable* dapat menghubungkan dokter, pasien, *cloud*, dan pihak lain untuk memahami perubahan kondisi pasien. Perangkat ini digunakan terutama dalam pemantauan kesehatan dan keselamatan, manajemen penyakit kronis, diagnosis dan pengobatan penyakit, dan rehabilitasi. Pada pasien diabetes, peningkatan kemampuan *self-monitoring* dan *self-management* kadar glukosa darah telah berkontribusi pada pengurangan morbiditas dan mortalitas terkait diabetes. Produk pemantauan kadar glukosa darah memiliki posisi penting dalam pengendalian kadar glukosa darah, yang menjadi acuan dasar untuk penyesuaian metode pengobatan lainnya dan juga dapat mencegah terjadinya kejadian berisiko (Lu, *et al.*, 2020).

G. Papan Mikrokontroler

1. Arduino UNO

Arduino UNO adalah papan mikrokontroler berbasis *microchip* ATmega328P yang memiliki empat belas pin *input/output* (enam diantaranya dapat digunakan sebagai keluaran *pulse width modulation*), enam masukan analog, 16 MHz ceramic resonator (CSTCE16M0v53-R0), koneksi *Universal Serial Bus* (USB), soket listrik, ICSP *header*, dan tombol reset. Papan ini dapat dengan mudah dikoneksikan pada komputer melalui kabel USB atau di daya dengan dengan adapter AC-to-DC atau baterai (Arduino, 2021).

Dalam bahasa italia, UNO berarti 'satu'. Penamaan UNO digunakan untuk melabeli papan mikrokontroler ini sebagai keluaran pertama Arduino Software dan papan pertama yang diluncurkan oleh Arduino (JavaTPoint, n.d.).



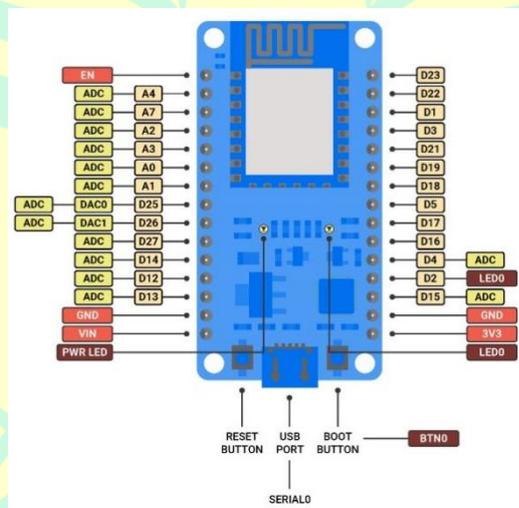
Gambar 2. 11. Arduino UNO

(Sumber: Arduino)

2. ESP32

ESP32 adalah chip mikrokontroler yang terintegrasi dengan WiFi dan *Bluetooth* 1,4 GHz yang dapat diaplikasikan pada banyak hal seperti aplikasi seluler, perangkat elektronik, dan dalam *Internet of Things* (IoT). Perangkat ini menampilkan semua karakteristik canggih dari chip berdaya rendah, termasuk *fine-grained clock gating*, beberapa mode daya, dan penskalaan daya dinamis. Keluaran dari *output amplifier* juga dapat disesuaikan, sehingga berkontribusi pada *trade-off* optimal antara jangkauan komunikasi, kecepatan data, dan konsumsi daya.

ESP32 merupakan solusi yang sangat baik untuk IoT WiFi dan *Bluetooth*, dengan kisaran 20 komponen eksternal. ESP32 mengintegrasikan saklar antena, penguat daya, *low noise receive amplifier*, *filter*, dan modul manajemen daya. Penggunaan ESP32 yang sudah komplit dapat meminimalisir area *Printed Circuit Board* (PCB).



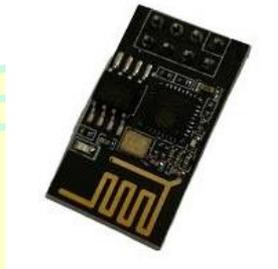
Gambar 2. 12. ESP32 Devkit-V1

(Sumber: GRobotronics)

H. Modul WiFi-ESP8266

ESP8266 merupakan modul WiFi yang digunakan sebagai tambahan papan mikrokontroler tanpa koneksi WiFi agar dapat terhubung langsung dengan jaringan internet dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini di daya dengan

tegangan 3.3v dan memiliki tiga mode *station*, *Access Point* dan *Both* (keduanya). Modul ini dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan menambahkan *library* ESP8266 (Widiyaman, 2022).

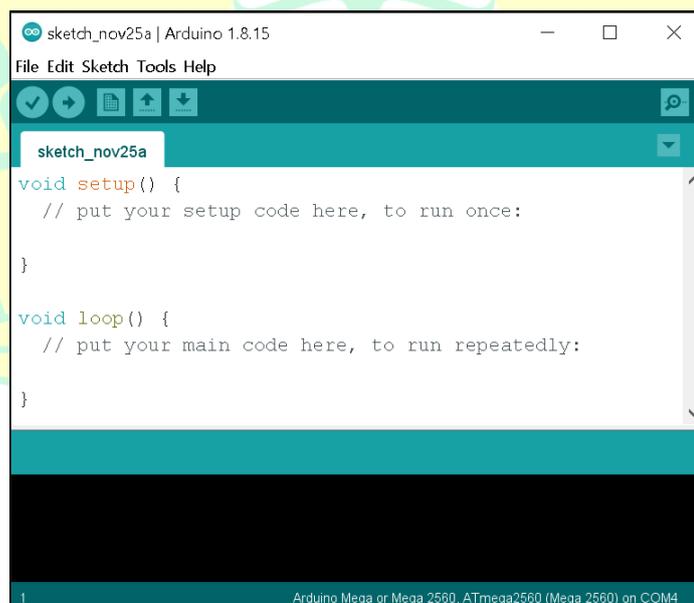


Gambar 2. 13. Modul WiFi-ESP8266

I. *Software* Pendukung Pembuatan Sistem

1. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan *open source* perangkat lunak yang digunakan untuk memudahkan pengguna mikrokontroler dalam menulis kode dan memasukkannya kedalam papan mikrokontroler (Arduino, 2021). IDE sendiri merupakan akronim dari *Integrated Development Environment*. Penamaan *environment* mengartikan bahwa melalui perangkat lunak inilah Arduino diberikan pemrograman untuk melakukan fungsinya sesuai sintaks pemrograman yang ditanamkan.



```
sketch_nov25a | Arduino 1.8.15
File Edit Sketch Tools Help
sketch_nov25a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
1 Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM4
```

Gambar 2. 14. Tampilan muka Arduino IDE

2. Blynk

Blynk adalah sebuah *platform* untuk pengembangan aplikasi *smartphone* yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan mikrokontroler atau bahkan komputer. Blynk dapat digunakan untuk penggunaan pribadi dan pembuatan purwarupa. Blynk sendiri memiliki tiga komponen utama yaitu.

a. Blynk App

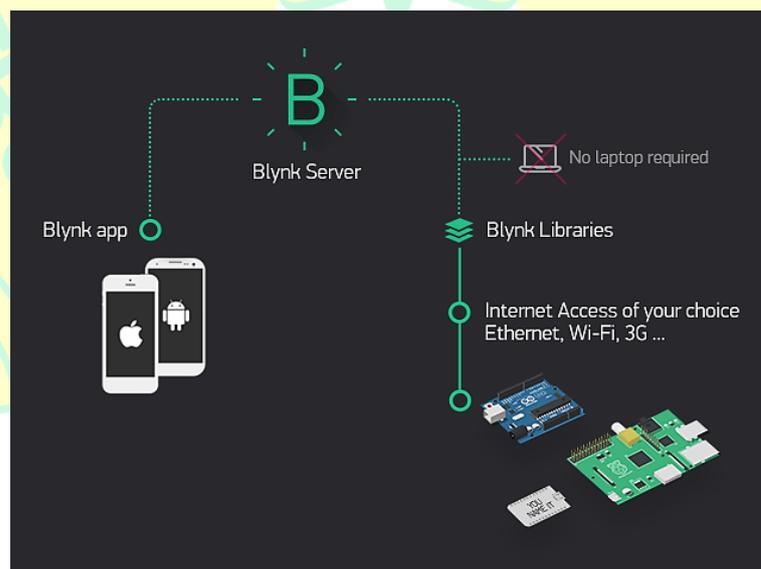
Berfungsi dalam pembuatan antarmuka menggunakan berbagai *widget* yang tersedia. Selain itu, Blynk App juga dapat digunakan sebagai pengganti LCD (*Liquid-Crystal Display*) atau OLED (*Organic Light-Emitting Diode*).

b. Blynk Server

Bertanggung jawab untuk semua komunikasi antara *smartphone* dan perangkat keras. Pengguna dapat menggunakan Blynk Cloud untuk menjalankan server Blynk secara lokal.

c. Blynk Libraries

Digunakan pada semua *platform* perangkat keras (Arduino, ESP, Raspberry) untuk mengaktifkan komunikasi dengan server dan memproses semua perintah masuk dan keluar.

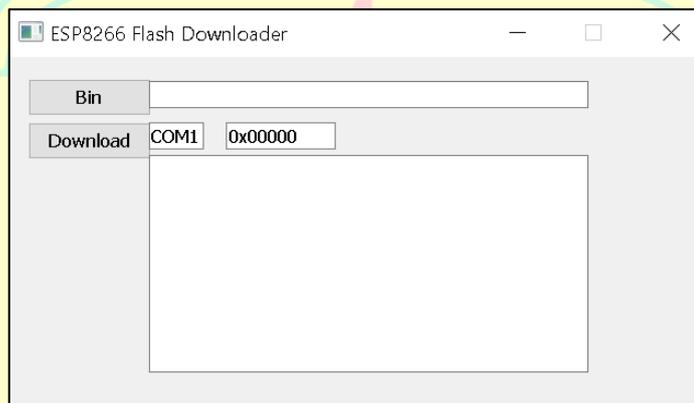


Gambar 2. 15. Alur komunikasi Blynk

(Sumber: <https://docs.blynk.cc>)

3. ESP8266-Flasher

ESP8266-Flasher adalah perangkat lunak yang digunakan untuk *flashing firmware* pada semua perangkat ESP8266. *Flashing firmware* ini biasa dilakukan ketika *firmware* ESP8266 yang digunakan tertinggal, mengalami *error*, atau ingin mengembalikan mode AT command pada ESP yang telah disisipi program (Widiyaman, 2022).



Gambar 2. 16. Tampilan ESP8266-Flasher

J. Kerangka Berpikir

Prevalensi penderita diabetes ditaksir akan terus meningkat. Alat yang mampu digunakan untuk *monitoring* kadar glukosa darah akan semakin dibutuhkan guna memudahkan tenaga kesehatan dalam memberikan tindakan medis. Pandemi Covid-19 yang masih berlangsung pun membatasi kita untuk melakukan kegiatan tatap muka. Akibatnya, tingkat kebutuhan akan alat *monitoring* kesehatan mandiri juga meningkat. Selain itu, pasien dengan diabetes dianjurkan untuk aktif melakukan kegiatan fisik, salah satunya dengan berjalan. Motivasi untuk berjalan dapat diperoleh jika pengguna mengetahui jumlah langkah yang telah mereka tempuh.

Prinsip kerja pada alat ini adalah mengukur kadar glukosa dengan metode optik menggunakan IR LED 940nm sebagai *transmitter* dan fotodiode sebagai *receiver*. Semua hasil pembacaan akan ditampilkan pada aplikasi Blynk dan setiap minggunya hasil pengukuran akan dikirimkan ke alamat surel pasien dan tenaga kesehatan. Selain itu, dibuat pula alat yang berfungsi sebagai penghitung langkah

atau *step counter* yang dibangun menggunakan sensor akselerometer. Jika terdeteksi adanya langkah, maka sistem akan mengkalkulasikannya dan hasilnya akan ditampilkan juga pada aplikasi Blynk. Aplikasi Blynk yang dirancang terdiri dari tiga tampilan yaitu tampilan utama, tampilan pengukuran glukosa darah, dan tampilan *step counter*.

