

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada tahun 2020, penelitian dilakukan oleh Iswara dengan judul “Monitoring sistem pendeteksian kadar gula darah menggunakan *photodiode* berbasis *web*”, Pengujian tersebut menggunakan sensor fotodiode sebagai pendeteksi intensitas cahaya yang masuk dan mengukur perubahan intensitas cahaya yang diubah menjadi tegangan sehingga dapat dihasilkan bahwa dapat mendeteksi kadar gula darah maksimal sampai 150 Mg/dL dan mempunyai tingkat akurasi sebesar 90,4%.

Pada tahun 2021, dilakukan penelitian oleh Domichen Harry Matheus dan rekannya dengan judul Perancangan dan implementasi “Alat Pengukur Gula Darah dan Tekanan Darah Berbasis Arduino”. Pengujian dilakukan dengan membandingkan alat ukur glukometer dengan alat ukur photodiode dan diukur pada 5 pasien. Hasil yang didapatkan memiliki nilai akurasi sebesar 96.02%.

Pada tahun 2022, dilakukan penelitian oleh Winda Wirasa dan rekan-rekannya dengan judul “Design of A Non - Invasive Blood Sugar Measuring Device Based On Arduino Uno”. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk melakukan perbandingan antara perangkat pengukur gula darah yang menggunakan teknologi infrared yang non-invasif dengan alat penelitian sebelumnya. Satu sampel diuji tiga kali, dan nilai sensor dihitung dengan printer termal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul ini memiliki persentase keakuratan rata-rata 97,758%, yang berarti bahwa itu berhasil memenuhi rencana. Namun modul ini masih belum sepenuhnya dapat diandalkan sebagai alat pengukur yang sangat akurat.

Selanjutnya Tria Nurma'atin dan rekannya melakukan penelitian dengan judul “Validasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Secara Non-Invasive Menggunakan Sensor Tcrt5000 Untuk Mengurangi Limbah Medis”. Pada penelitian ini menggunakan metode non-invasive dengan menggunakan modul TCRT5000 yang dimana pada modul ini terdapat sensor photodiode dan led inframerah. Dari penelitian ini diperoleh tingkat akurasi pada alat yang dirancang untuk sampel

penderita diabetes melitus mencapai 98,26%, dan untuk sampel dengan kadar gula darah normal mencapai 97,16%.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

Nama & Tahun	Metode	Hasil
Iswara Dendy Arta (2020)	Menggunakan NodeMCU, metode <i>non-invasive</i>	Tingkat keakuratan 90.4%, hasil tampak dengan MySQL
Domichen Harry Matheus (2021)	Arduino Uno	Hasil tampak pada LCD. Akurasi 96.02%
Winda Wirasa (2022)	LED inframerah L10660, LCD, Sensor BPW43, printer thermal	Presentasi keakuratan modul 97,758%. Presentasi kesalahan 5%
Tria Nurma'atin (2022)	Sensor TCRT5000, arduino nano, LCD display	Tingkat akurasi untuk sampel penderita diabetes melitus mencapai 98,26%, dan untuk sampel dengan kadar gula darah normal mencapai 97,16%.

Dari penelitian sebelumnya yang dapat dilihat pada Tabel 2.1, maka dibuat sebuah prototype yang dapat mengukur nilai gula darah dengan metode non-invasive menggunakan NodeMCU ESP-8266 yang dimana *user* dapat melihat hasil pengukurannya melalui aplikasi blynk yang dapat di-instal di smartphone. Di samping itu, juga diteliti nilai dari Quality of Service (QoS) yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter* dari prototype tersebut yang mengacu pada standar yang telah ditetapkan oleh TIPHON. Nilai dari QoS tersebut dilihat melalui aplikasi *wireshark* yang terdapat pada komputer maupun laptop. Perbedaan dari *prototype* ini dengan penelitian sebelumnya adalah dari segi penggunaan mikrokontroler yaitu

menggunakan NodeMCU, user interface menggunakan *blynk*, metode regresi linier yang berbeda dan pengukuran nilai QoS menggunakan wireshark [3], [4], [5], [6]

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Diabetes

Diabetes melitus atau yang lebih dikenal dengan sebutan diabetes, adalah penyakit serius jangka panjang yang cukup kronis terjadi ketika kadar gula darah meningkat karena adanya gangguan tubuh sehingga insulin tidak dapat diproduksi oleh tubuh dalam jumlah yang tepat atau cukup dikarenakan tubuh tidak dapat memproduksi insulin secara efektif. Insulin adalah bagian penting yang diproduksi pancreas yang berfungsi untuk memungkinkan perubahan glukosa yang masuk pada aliran darah ke dalam sel-sel tubuh menjadi energi yang dapat disimpan. Selain itu insulin memiliki fungsi untuk metabolisme lemak dan protein. Hiperglikemia, yang merupakan tanda klinis diabetes, disebabkan oleh kekurangan insulin atau ketidakmampuan sel untuk merespons insulin. Tingkat ambang batas diagnosis diabetes dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Kekurangan insulin dalam kurun waktu yang lama dapat menyebabkan kerusakan pada tubuh, yang tentunya di takutkan dapat menyebabkan kecacatan fisik dan mengancam jiwa. Hal ini meliputi komplikasi penyakit jantung, kerusakan saraf (neuropati), kerusakan ginjal (nefropati), amputasi anggota tubuh bagian bawah, dan penyakit mata (terutama menyerang retina) yang dapat menyebabkan kebutaan dan hilangnya penglihatan. Namun, komplikasi berbahaya ini dapat ditunda atau dicegah sama sekali jika diabetes ditangani dengan benar [2]. Diabetes terbagi dalam 2 Tipe, antara lain:

1. Diabetes Tipe 1

Adanya proses autoimun menyebabkan seseorang menderita Diabetes tipe 1, dimana sel beta pankreas diserang oleh sistem kekebalan tubuh penderitanya. Sel ini adalah bagian penting yang akan memproduksi insulin. Hal ini tentunya mengakitnya tubuh sangat sedikit atau bahkan tidak ada sama sekali memproduksi. Belum dapat dipahami penyebab dari proses perusakan ini, namun kombinasi pemicu lingkungan seperti infeksi virus memiliki kemungkinan yang menyebabkan reaksi autoimun, dan kerentanan genetik, yang disebabkan oleh banyak gen [7]. Semua kalangan dapat menderita penyakit diabetes tipe 1, tetapi

biasanya sejak dini atau sejak masa kanak-kanak penyakit ini sudah dapat terdeteksi. Penderita diabetes tipe 1 sangat bergantung pada suntikan insulin setiap waktu secara berkala agar kadar glukosa darahnya tetap terjaga di batasan yang wajar. Pada kasus ini, diharuskan untuk memantau kadar glukosa darah secara teratur. Disamping itu untuk gambaran klinis berupa rasa ingin minum yang berlebihan (polidipsia), sering buang air kecil (poliuria), dan penurunan berat badan mungkin tidak muncul dan diagnosis tertunda.

2. Diabetes Tipe 2

Penderita diabetes tipe 2 termasuk mendominasi penyakit diabetes ini di seluruh dunia. Kurang lebih sekitar 90% penderita diabetes adalah penderita diabetes tipe 2. Hal ini disebabkan karena adanya resistensi insulin sehingga menyebabkan hiperglikemia yaitu suatu kondisi di mana insulin secara penuh tidak dapat direspons. Hormon menjadi tidak efektif ketika munculnya resistensi insulin sehingga mengakibatkan tingginya kebutuhan produksi insulin. Seiring waktu, sel beta dalam pankreas mungkin tidak dapat memenuhi permintaan, sehingga menyebabkan sekresi insulin yang tidak memadai.

Diabetes tipe 2 memiliki gejala yang hampir sama dengan diabetes tipe 1. Namun, gejalanya umumnya kurang jelas dan mungkin tidak muncul sama sekali. Selain itu, awal mula diabetes tipe 2 biasanya tidak dapat ditentukan. Akibatnya, pra-diagnosis yang lama sering dibutuhkan dan antara sepertiga sampai setengah dari populasi penderita diabetes tipe 2 mungkin tidak terdiagnosis.

Sekiranya penyakit ini tidak dideteksi sejak awal, maka akan menyebabkan komplikasi seperti gangguan pada mata, penyakit vaskular perifer yang sulit disembuhkan, penyakit jantung, atau stroke. Meskipun beberapa faktor seperti kelebihan berat badan atau biasa disebut dengan obesitas, bertambahnya usia, etnis, dan riwayat keluarga ada hubungan yang kuat antara diabetes tipe 2, tetapi penyebabnya tetap belum jelas. Hal pertama dan terpenting dalam pengelolaan diabetes tipe 2 adalah menerapkan gaya hidup yang sehat, yang mencakup menjaga berat badan yang sehat, berhenti merokok, mengonsumsi makanan yang bergizi, dan melakukan aktifitas fisik secara teratur.

Skruining rutin secara detail agar mengetahui perkembangan komplikasi awal diabetes akan memungkinkan pengobatan pencegahan jika tersedia untuk mencegah perkembangan dan perkembangan komplikasi ini. Penderita diabetes tipe 2 dapat hidup lebih lama dan sehat jika melakukan pemeriksaan rutin, manajemen gaya hidup yang efektif dan, jika perlu, pengobatan yang intens.

Di seluruh dunia terdapat peningkatan yang amat tinggi penderita diabetes tipe 2 dan sampai saat ini masih terus meningkat. Penuaan populasi, pembangunan ekonomi, dan meningkatnya urbanisasi, yang mengakibatkan gaya hidup yang tidak banyak bergerak dan peningkatan konsumsi makanan tidak sehat yang terkait dengan obesitas dipercaya merupakan penyebab dari peningkatan ini.

Maka dari itu deteksi diabetes dari dini adalah langkah yang efektif, untuk mencegah komplikasi penyakit lainnya. Dan juga disebutkan sebelumnya, diabetes tipe 2 menjadi perhatian pada usia dini dan remaja akibat meningkatnya potensi penyakit obesitas. Kondisi peningkatan kadar glukosa darah di atas kisaran normal dan di bawah ambang batas diagnostik diabetes disebut juga dengan *Impaired Glucose Tolerance (IGT)* dan *Impaired Fasting Glucose (IFG)* yang dapat dilihat pada Gambar 2.1. Pedoman ini menggunakan standar yang telah dikeluarkan oleh IDF dan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO).

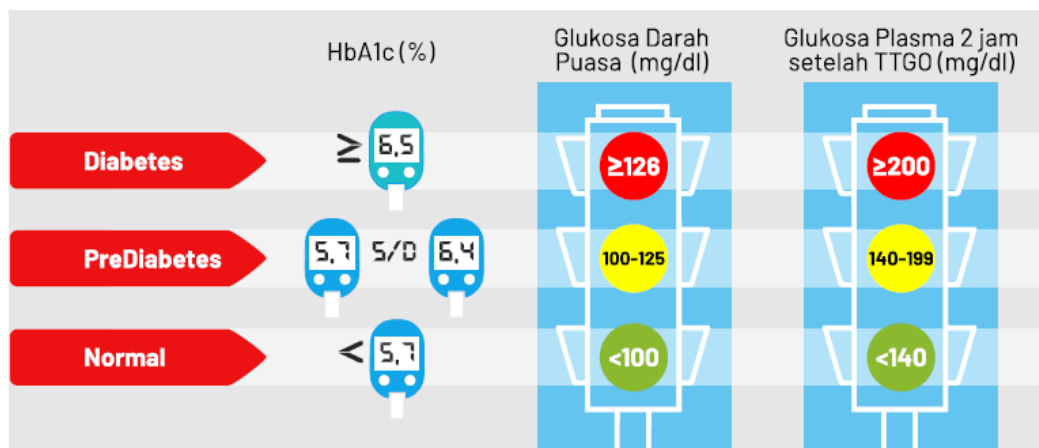
Test	Diabetes Should be diagnosed if ONE OR MORE of the following criteria are met	Impaired Glucose Tolerance (IGT) Should be diagnosed if BOTH of the following criteria are met	Impaired Fasting Glucose (IFG) Should be diagnosed if THE FIRST OR BOTH of the following are met
Fasting plasma glucose	≥ 7.0 mmol/L (126 mg/dL)	< 7.0 mmol/L (126 mg/dL)	6.1 – 6.9 mmol/L (110 – 125 mg/dL)
or			
Two-hour plasma glucose after 75g oral glucose load (oral glucose tolerance test (OGTT))	≥ 11.1 mmol/L (200 mg/dL)	≥ 7.8 and < 11.1 mmol/L (140–200 mg/dL)	< 7.8 mmol/L (140 mg/dL)
or			
HbA _{1c}	≥ 48 mmol/mol (equivalent to 6.5%)		
or			
Random plasma glucose in the presence of symptoms of hyperglycaemia	≥ 11.1 mmol/L (200 mg/dL)		

Gambar 2.1 Standard Diabetes IDF & WHO [2]

Gambar 2.2 adalah kriteria dari penderita diabetes, prediabetes dan normal. Terdapat 3 metode berbeda dalam menentukan kriteria penderita diabetes miletus, antara lain:

1. Pemeriksaan glukosa plasma puasa ≥ 126 Mg/dL. Puasa adalah kondisi tidak mengonsumsi kalori dalam kurun waktu minimal 8 jam.
2. Pemeriksaan glukosa plasma ≥ 200 Mg/dL 2 jam setelah tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dengan kadar glukosa 75 gram.
3. Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu ≥ 200 Mg/dL dengan keluhan klasik
4. Pemeriksaan HbA1c $\geq 6,5\%$ dengan menggunakan metode yang terstandardisasi oleh National Glychohaemoglobin Standadization Program (NGSP).

Hasil pemeriksaan yang tidak memenuhi kriteria normal maupun kriteria diabetes miletus maka digolongkan ke dalam kelompok prediabetes yang terdiri dari Toleransi Glukosa Terganggu (TGT) dan Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT). GDPT terjadi karena hasil pemeriksaan glukosa plasma puasa antara 100-125 Mg/dL dan pemeriksaan TTGO glukosa plasma 2 jam < 140 Mg/dL. TGT terpenuhi jika hasil pemeriksaan glukosa plasma 2 jam setelah TTGO antara 140-199 Mg/dL dan glukosa plasma puasa < 100 Mg/dL.



Gambar 2.2 Kriteria Diabetes, Prediabetes, dan Normal [1]

2.2.2 Glukometer

Glukometer seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.3 merupakan sebuah alat pengukur gula darah yang sering digunakan oleh masyarakat pada umumnya. Alat ini menggunakan sensor kimia serta enzim glucose oxidase sebagai bahan aktifnya [5]. Terdapat strip yang memiliki reaksi kimia khusus ketika diberikan sample darah, kemudian strip tersebut dihubungkan ke alat glukometer. Setiap alat kesehatan memiliki standarisasi sebagai acuan dalam melakukan pengukuran.



Gambar 2.3 Glukometer

Sesuai dengan sistem akurasi ISO (International Organization for Standardization) ISO: 15197:2013, 95% hasil dari pengukuran glukosa ini harus mencapai standar berikut [8].

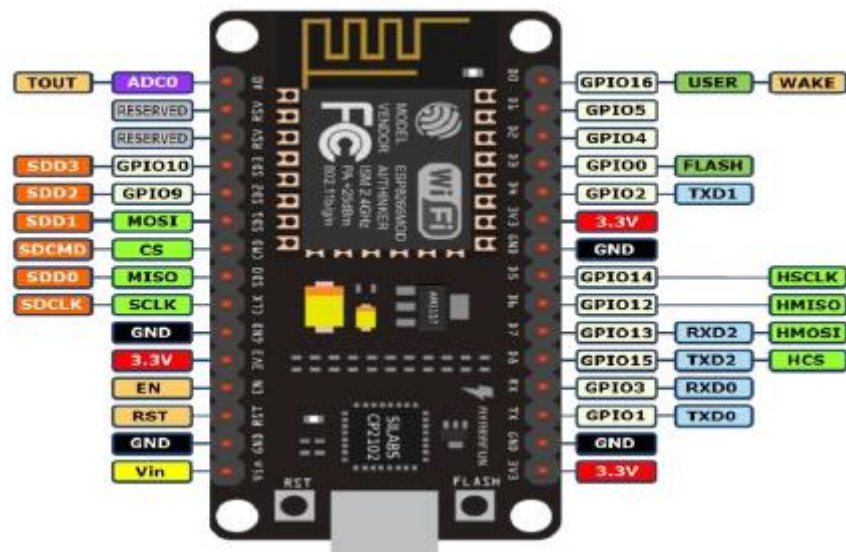
- Hasil tes glukometer mandiri: konsentrasi gula darah kurang dari 100 mg/dL, tingkat akurasi bisa berbeda ± 15 mg/dL dari hasil laboratorium.
- Hasil tes glukometer mandiri: di atas 100 mg/dL, tingkat akurasi bisa berbeda $\pm 15\%$ dari hasil laboratorium .
-

2.2.3 Modul NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah mikrokontroler yang dapat diprogram dengan menggunakan sketch IDE Arduino dan berfungsi sebagai platform IoT open source. Bentuk fisik dari modul NodeMCU ESP-8266 dapat dilihat pada Gambar 2.4. NodeMCU ESP 8266 memiliki berat 7 gram, panjang 4,80 cm, dan lebar 2.50 cm,

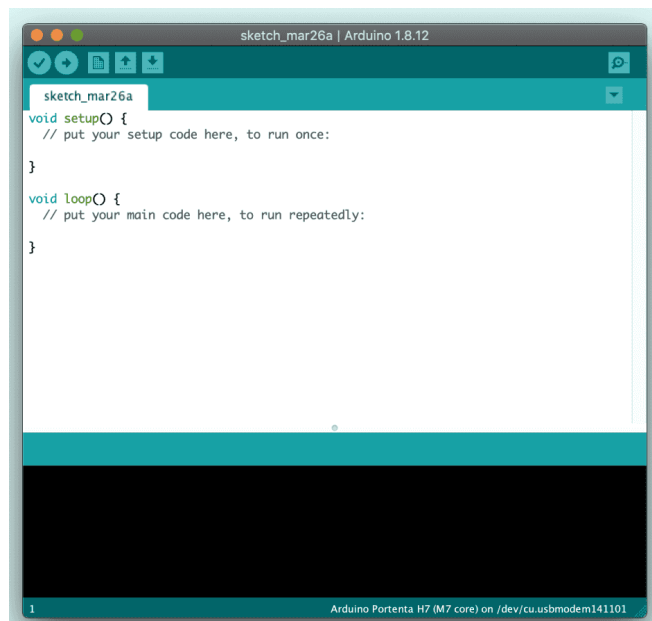
kemudian memiliki fitur WiFi dan firmware[9]. Spesifikasi yang dimiliki oleh NodeMCU sebagai berikut:

1. Serial WiFi SoC (Single on Chip) dengan onboard USB to TTL. Wireless yang digunakan adalah IEEE 802.11b/g/n.
2. Dua tantalum kapasitor 100 mikro farad dan 10 mikro farad.
3. 3.3v LDO regulator.
4. Blue LED sebagai indikator.
5. Cp2102 USB to UART bridge. 12
6. Tombol reset, port usb, dan tombol flash.
7. Terdapat 9 GPIO yang di dalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel, dan pin RX TX
8. 3 pin ground.
9. S3 dan S2 sebagai pin GPIO.
10. S1 MOSI (Master Output Slave Input) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, SC CMD/SC.
11. S0 MISO (Master Input Slave Input) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
12. SK yang adalah SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock.
13. Pin Vin merupakan masukan tegangan.
14. Built in 32-bit MCU



Gambar 2.4 NodeMCU ESP-8266 [4]

IDE (Integrated Development Environment) adalah program khusus yang dirancang untuk membuat atau membangun sebuah program arduino baru. Software ini berbasis Java dan dapat digunakan untuk menulis program yang disebut sketch. Program diisi dalam sebuah blank document dan kemudian nantinya akan di proses dengan file dalam format ekstensi.ino. Menulis kode program lebih mudah dikarenakan adanya fitur auto edit teks, seperti memotong, memindahkan, dan mengganti[10]. Tampilan Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut.

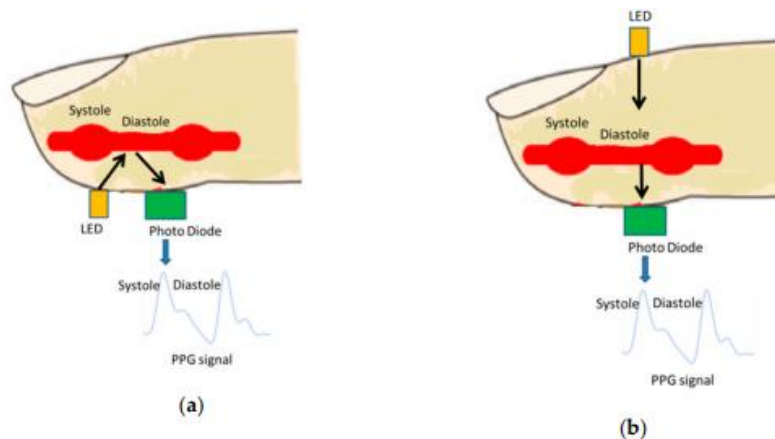


Gambar 2.5 Tampilan Arduino IDE

2.2.4 PHOTOPLETHYSMOGRAPH

Sinyal photoplethysmographic (PPG) telah banyak digunakan untuk mengukur banyak parameter fisiologis, seperti denyut nadi, saturasi oksigen darah, tekanan darah, laju pernapasan, dan waktu ejeksi ventrikel kiri (LVET). Teknik noninvasif untuk photoplethysmography mencakup dua jenis optik, transmisi dan refleksi [11] seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6. Light Emitted Diode (LED) sering digunakan untuk menghasilkan cahaya inframerah intensitas rendah pada kulit, dan sebagian dari cahaya akan diserap terutama oleh darah arteri dan vena. Untuk pantulan PPG, cahaya yang tidak terserap akan dipantulkan dan dideteksi oleh dioda foto. LED dan photodiode ditempatkan seperti terlihat pada Gambar 2.6 A. Untuk transmisi PPG, cahaya yang tidak diserap akan

ditransmisikan dan dideteksi oleh photodiode. LED dan photodiode ditempatkan pada sisi yang berlawanan, seperti terlihat pada Gambar 2.6 B. Baik dalam metode refleksi maupun transmisi, sinyal PPG mewakili perubahan volume darah meskipun tidak dapat digunakan untuk mengukur jumlah darah [12].



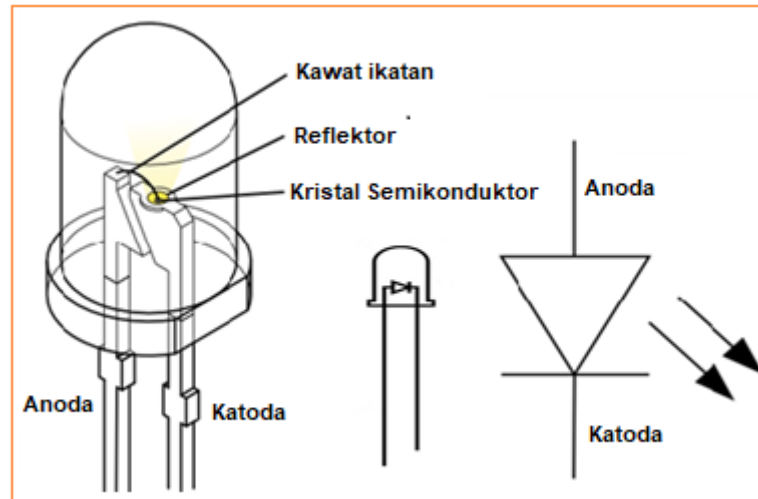
Gambar 2.6 Teknik Photoplethysmograph [7]

Sinyal PPG yang diukur dengan metode refleksi cenderung tidak presisi oleh karena gangguan gerak dibandingkan dengan metode transmisi. Saat ini perangkat wearable dengan sensor PPG biasanya menggunakan metode refleksi untuk melakukan pengukuran fisiologis. Saat pengguna memakai perangkat ini untuk melakukan latihan, sinyal PPG sangat rentan terhadap artefak gerakan. Solusi umumnya adalah memperbaiki mekanisme perangkat untuk mengurangi efek gerakan pada sinyal PPG yang dikodekan ulang dan untuk meningkatkan akurasi pengukuran. Namun, semakin tinggi kualitas sinyal PPG, semakin baik keakuratan parameter terukur yang diekstraksi dari sinyal PPG tersebut.

2.2.5 LED (Light Emitted Diode)

Light Emitting Diode, yang memiliki kemampuan untuk melakukan pemancaran cahaya monokromatik dengan bias forward voltage. LED adalah komponen dioda dimana memiliki kemampuan untuk memancarkan cahaya. LED terutama terbuat dari semikonduktor karena sifatnya sebagai dioda. Ketika elektron dialirkan ke dalamnya, bahan semikonduktor menyerap banyak energi cahaya dan

mengeluarkan panas. LED adalah dioda yang dibuat untuk melepaskan banyak foton, membuat cahaya yang dapat dilihat oleh mata [13].



Gambar 2.7 Struktur LED [13]

Dapat dilihat pada Gambar 2.7 merupakan LED yang biasanya terbungkus oleh bahan plastik yang memungkinkan cahaya yang dikeluarkan terfokus pada suatu arah. Jenis doping semikonduktor yang digunakan, seperti gallium, arsenide, dan phosphorus, menentukan warna cahaya yang dihasilkan LED. Jenis semikonduktor yang digunakan juga menentukan jumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeluarkan cahaya.

Tabel 2.2 Panjang Gelombang Tiap LED

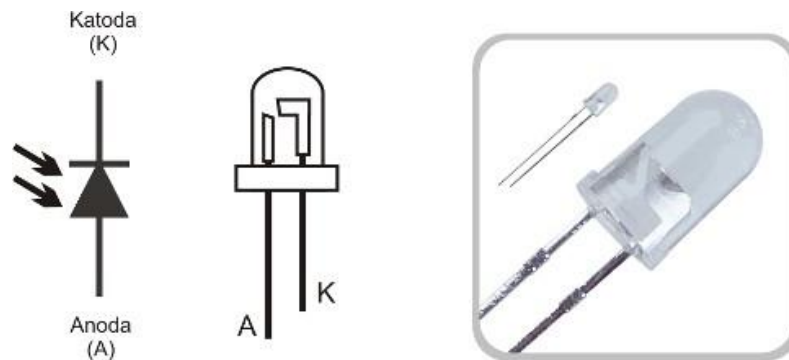
LED	Wavelengths
Ultraviolet	320 nm – 360 nm
Near UV to Green	395 nm – 530 nm
Yellow – Green to Red	565 nm – 645 nm
Deep Red to Near Infrared	660 nm – 900 nm

Pada Tabel 2.2 LED *deep red* memiliki banyak variasi bahan pada setiap wilayah, namun secara keseluruhan menggunakan Aluminium Gallium Arsenida (AlGaAs) atau Gallium Arsenide (GaAs). Pengaplikasian dari LED *deep red* dalam pengaplikasiannya digunakan untuk pengendalian jarak jauh dengan inframerah

(IR), penerangan untuk penglihatan malam, pengendalian industri foto dan pengaplikasian pada bidang medis (untuk *wavelength* 660 nm – 680 nm) [14].

2.2.6 Sensor Photodioda

Photodioda merupakan sebuah komponen dioda yang resistensinya dapat berubah apabila mendapat cahaya sinar dari luar. Resistensi photodioda tergantung pada intensitas cahaya yang dipancarkan oleh cahaya luar. Semakin tinggi intensitas cahaya yang sensor photodioda terima, maka semakin rendah resistensi photodioda. Sebaliknya, semakin rendah intensitas cahaya yang sensor photodioda terima maka semakin tinggi resistensinya [15].



Gambar 2.8 Struktur Photodioda [15]

Gambar 2.8 merupakan bentuk fisik dari sensor photodioda, memiliki fungsi sama seperti sensor LDR, yaitu komponen yang mengubah jumlah cahaya yang diterima menjadi perubahan konduktansi (kemampuan objek untuk menghantarkan arus menjauhi zat). Spesifikasi photodioda adalah sebagai berikut:

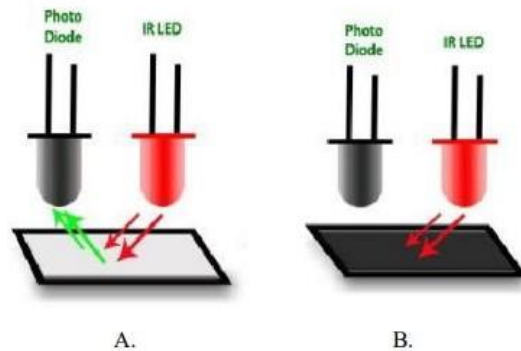
1. Photodioda memiliki dua pin, yaitu pin anoda dan pin katoda.
2. Photodioda beroperasi dengan bias terbalik.
3. Photodioda dapat memiliki tegangan balik hingga 32 volt.

Untuk menghitung nilai V_{out} dari photodiode atau menghitung nilai resistansinya dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{R_{photodioda}}{R_{photodioda} + R_2} \times V_{in} \quad (2.1)$$

Keterangan :

- V_{in} = tegangan masuk
- V_{out} = tegangan keluar
- R_2 = resistansi resistor pada photodiode



Gambar 2.9 Refleksi IR LED dengan Photodiode[25]

Gambar 2.9 menunjukkan gambaran photodiode yang memberikan output berupa logika low atau high karena warna permukaannya menjadi sebagai transmitter yang dapat memantulkan cahaya dari LED. Pada Gambar 2.9 A menunjukkan photodiode diletakkan bersebelahan antara LED (penerima) dan photodiode (transmitter). Terdapat kertas putih di depan LED dan photodiode yang memantulkan cahaya yang telah dipancarkan oleh LED, hal ini mengakibatkan photodiode menghasilkan output bernilai 0 (low). Namun pada Gambar 2.9 B, LED dan photodiode diletakkan berdekatan dan di hadapan kertas warna gelap yang mengakibatkan pancaran cahaya LED tidak dipantulkan oleh kertas melainkan diserap sehingga photodiode menghasilkan output berlogika 1 (high).

2.2.7 Resistor

Resistor ialah sebuah komponen pada rangkaian elektronika yang digunakan untuk menghambat dan mengatur arus listrik. Komponen elektronika ini bersifat pasif. Satuan yang digunakan sebagai nilai pada resistor adalah Ohm (Ω). [16] .Terdapat 4 jenis resistor berdasarkan nilai resistansinya, antara lain [17]:

1. Resistor Tetap

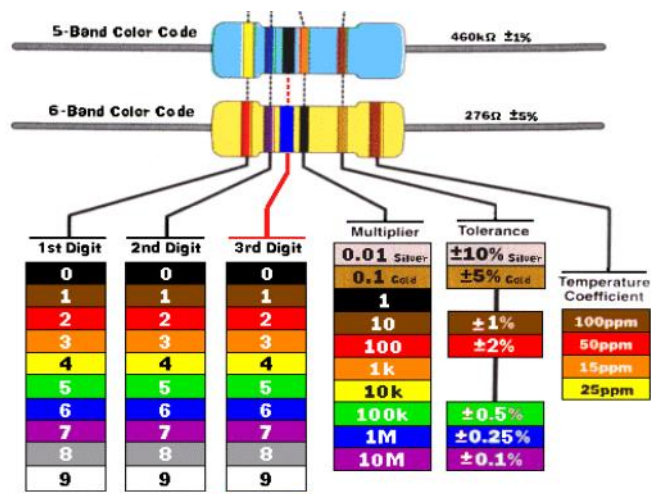
Resistor tetap adalah salah satu komponen penghambat yang nilai hambatannya tetap. Hal ini dapat diketahui dari kode warna atau kode angka yang tercantum pada

komponen resistor. Gambar 2.10 merupakan tampilan fisik dari resistor tetap. Terdapat ketentuan khusus untuk membaca nilainya melalui kode warna dan kode angka.



Gambar 2.10 Resistor Tetap [17]

Gambar 2.11 adalah kode warna yang digunakan dalam mengukur nilai resistor tetap [18]. Terdapat berbagai warna yang mengidentifikasi tiap hambatan.



Gambar 2.11 Warna Gelang Resistor [18]

2. Resistor Tidak Tetap (Variable Resistor).

Resistor tersebut merupakan jenis resistor yang nilai hambatannya bisa berubah dan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Terdapat beberapa jenis variable resistor, antara lain potensiometer, rheostat dan trimpot. Potensiometer adalah jenis resistor tidak tetap yang dapat diubah nilai resistansinya dengan memutar sebuah tuas yang terdapat pada potensiometer. Nilai hambatan pada resistor ini tertulis dengan kode

angka pada potensiometer. Potensiometer memiliki 3 kaki yang mana kaki A dan B termasuk resistor tetap. Namun jika ingin menggunakan potensiometer ini sebagai hambatan tidak tetap, maka dapat menggunakan kaki tengah (W). Untuk resistor tidak tetap dapat menggunakan kaki A-W atau W-B. Gambar 2.12 adalah bentuk fisik dari komponen variable resistor.



Gambar 2.12 Variable Resistor [17]

3. Thermistor (Thermal Resistor)

Komponen ini merupakan sebuah resistor yang dapat berubah nilai hambatannya bergantung pada suhu/temperatur. Thermal Resistor adalah kepanjangan dari Thermistor. Thermistor terbagi 2 jenis, yaitu thermistor NTC (Negative Temperature Coefficient) dan thermistor PTC (Positive Temperature Coefficient). Komponen ini biasanya difungsikan untuk menjaga suhu rangkaian agar tetap stabil atau dapat disebut penggunaannya sebagai sensor panas.

4. LDR (Light Dependent Resistor)

Komponen hambatan ini merupakan jenis hambatan yang nilainya bergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Komponen ini cukup sering diimplementasikan pada kehidupan sehari-hari sebagai sebuah sensor. Contohnya antara lain sebagai pendeteksi parkir, lampu taman otomatis, dan sebagainya.

2.2.8 Adaptor

Adaptor merupakan rangkaian elektronik sebagai pengubah tegangan AC menjadi DC. Komponen ini menjadi pengganti dari baterai. Perangkat elektronik lainnya seperti laptop, televisi, telfon genggam juga banyak menggunakan adaptor sebagai sumber catu dayanya. Adaptor ini dapat mengubah tegangan AC yang

tinggi menjadi tegangan DC yang rendah. Sumber tegangan yang biasa digunakan bersumber dari PLN merupakan tegangan dengan arus bolak-balik atau biasa disebut dengan tegangan AC. Dikarenakan hampir seluruh perangkat elektronik sebagian besar membutuhkan tegangan dengan arus searah atau disebut dengan tegangan DC, maka dibutuhkanlah sebuah alat yang merubah tegangan AC menjadi tegangan DC menggunakan adaptor. Adaptor sendiri ada yang sudah terpasang pada perangkat elektronik dan ada juga yang digunakan secara terpisah [19].

Gambar 2.13 merupakan bentuk fisik dari Adaptor. Adaptor yang terpisah dari perangkatnya biasanya dapat digunakan oleh semua perangkat elektronik. Output dari adaptor juga dapat diatur sesuai dengan nilai tegangan yang diperlukan. Namun juga terdapat adaptor bernilai tetap yang digunakan untuk perangkat elektronik seperti laptop dan televisi.

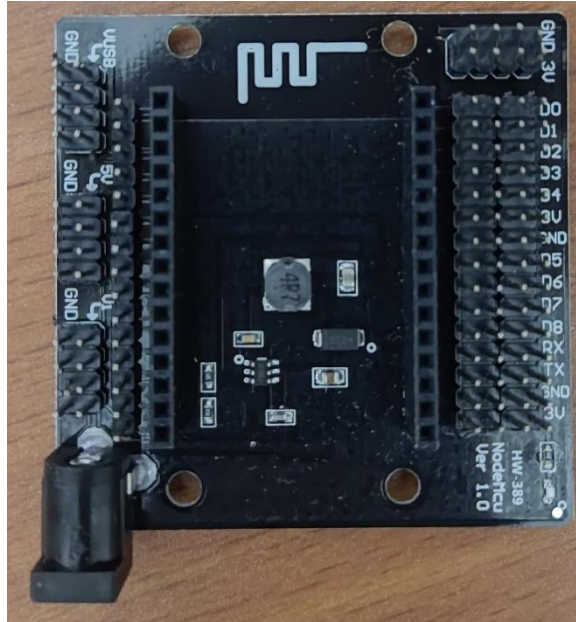


Gambar 2.13 Adaptor 9 V

2.2.9 Base Plate NodeMCU ESP-8266

Komponen ini adalah papan elektronika yang berfungsi untuk sebagai papan sirkuit penghubung antara pin pada mikrokontroler dengan komponen lain secara rapi dan terstruktur. Komponen ini tentunya mempermudah pengguna dalam merangkai rangkaian elektronika. Komponen ini memiliki port DC Jack 6V – 24 VDC sebagai sumber dayanya.

memiliki pin yang sama dengan mikrokontroler, hanya saja terdapat banyak pin yang dapat dipasang [20]. merupakan tampilan fisik dari *board plate* NodeMCU ESP-8266.



Gambar 2.14 Base Plate NodeMCU ESP-8266

2.2.10 Aplikasi *Blynk*

Blynk adalah platform yang dapat digunakan pada perangkat iOS atau Android untuk mengontrol modul mikrokontroler menggunakan internet. Pada Gambar 2.15 merupakan tampilan logo aplikasi *blynk*. Aplikasi ini tergolong mudah untuk digunakan berbagai kalangan karena aplikasi ini memiliki banyak fitur yang membuatnya lebih praktis digunakan. Dalam membuat suatu proyek juga tergolong mudah hanya dengan *drag* dan *drop*. *Blynk* tidak terhubung ke modul atau *board* khusus. Dengan menggunakan *interface* ini, segala sesuatu dapat dikontrol dari jarak jauh dengan tetap terhubung ke internet.



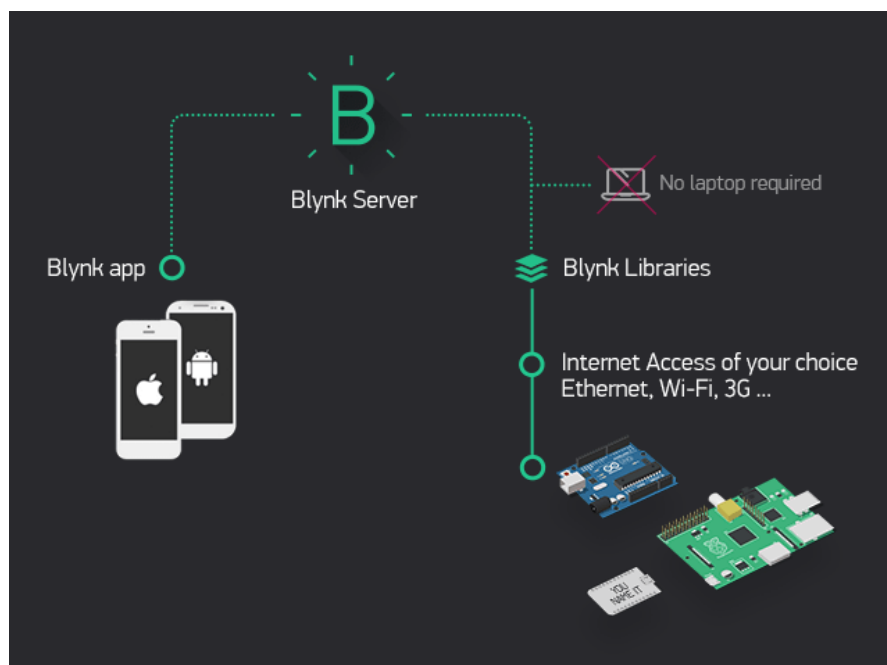
Gambar 2.15 Aplikasi Blynk [21]

Blynk ialah platform Internet of Things yang bisa melakukan kontrol perangkat keras, memunculkan tampilan data sensor, menyimpan data, dan lainnya.

Terdapat tiga bagian penting pada *platform* ini, diantaranya adalah:

- Aplikasi Blynk: pengguna dapat membuat antarmuka khusus sendiri menggunakan widget yang disediakan.
- Blynk Server: bertanggungjawab untuk semua komunikasi antara smartphone dan perangkat keras.
- Blynk Libraries: perangkat keraster hubung ke server dan menangani perintah yang masuk dan keluar.

Gambar 2.16 adalah proses dari aplikasi *blynk*. Server *Blynk* akan memeriksa koneksi internet, kode NodeMCU terdiri dari hotspot dan kode sandi. Teknik yang tersisa hanyalah instruksi yang dikirim dari perangkat lunak *Blynk* ke NodeMCU untuk memanipulasi massa yang terkait dengan relay seperti yang ditunjukkan pada diagram di atas [21].



Gambar 2.16 Sistematika Aplikasi BLYNK [21]

2.2.11 Wireshark

Wireshark adalah aplikasi yang dapat menganalisis sebuah paket jaringan secara rinci. User dapat menggunakan wireshark untuk menjadi alat ukur yang dapat memeriksa jaringan sama halnya dengan teknisi listrik yang menggunakan voltmeter sebagai alat ukurnya. Wireshark yang merupakan salah satu platform analisis jaringan yang tersedia gratis bersifat open source[22].



Gambar 2.17 Logo Wireshark [22]

Aplikasi ini bekerja dengan cara melakukan capture pada paket data internet yang sedang berjalan. Paket-paket data yang telah diambil ini kemudian dapat dilihat secara real-time di hasil capture. Paket tersebut akan tergolong kedalam mode promiscuous karena belum adanya filter yang dipilih. Perintah sorting dan filter memungkinkan pengolahan ulang semua paket data tersebut. Gambar 2.17 merupakan logo dari aplikasi wireshark.

Aplikasi ini dapat digolongkan sebagai salah satu tools penganalisa paket data. Aplikasi tersebut memungkinkan pengguna dapat melakukan pengamatan pada data yang sedang berjalan dan dapat langsung memilah/filter informasi yang dibutuhkan secara detail maupun umum [23].

Dalam menggunakan aplikasi ini sebagai alat ukur sebuah jaringan, dapat menggunakan 3 jendela, antara lain:

1. Jendela Packet List

Paket data yang ditangkap ditampilkan di jendela ini dalam format tabel. Paket yang diterima ditampilkan dalam baris yang diurutkan berdasarkan nomor yang sesuai.

Semakin lama proses pengambilan data, semakin banyak baris data paket yang diambil.

2. Jendela Packet Details

Jendela ini terletak di tengah dan menampilkan informasi protokol untuk baris paket data yang dipilih di jendela Daftar Paket. Jendela ini menampilkan informasi tentang sumber paket, tujuan, protokol, panjang paket (byte), dan informasi.

3. Jendela Packet Bytes

Di jendela bagian bawah menampilkan data mentah dari paket data yang dipilih di jendela atas (Daftar Paket). Data mentah ditampilkan dalam format heksadesimal (heksa); data heksa terdiri dari 16 byte heksa dan 16 byte ASCII. Paket yang diambil.

Dalam mengukur nilai Qos yaitu seperti *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter* dapat diukur menggunakan aplikasi *wireshark*, untuk lebih detailnya, penjelasan sebagai berikut:

a) Delay

Untuk mengukur *delay* dilakukan dengan memfilter “tcp” pada *filter box*, kemudian membuka *toolbar statistics*, lalu *Capture File Properties*. Maka nilai total *delay* dapat dilihat dari *Timespan* yang tertera pada menu *statistics* yang bagian *displayed*. Atau dapat dihitung dengan rumus 2.2 =

$$\begin{aligned} \text{Delay} &= \text{Time 2} - \text{Time 1} \\ \text{Rata - rata Delay} &= \frac{\text{Time 2} - \text{Time 1}}{n} \end{aligned} \quad (2.2)$$

b) Packet Loss

Dalam mengukur *packet loss* dilakukan dengan cara, memfilter “tcp.analysis.ack_lost_segment”, lalu membuka “*Capture File Properties*”. Pada menu *Statistic* dapat dilihat dari *Packets display* yaitu 0.8 %.

Atau dapat menggunakan rumus 2.3 =

$$\text{Packet Loss: } \frac{(\text{paket data dikirim} - \text{paket data diterima})}{\text{paket data dikirim}} \times 100 \quad (2.3)$$

c) Jitter

Dalam mengukur *jitter* dilakukan dengan cara memfilter “tcp”, kemudian *File > Export Packet Dissections >>* Lalu pilih *As CSV*, setelah itu bisa dihitung dengan rumus 2.4 =

$$Jitter = Delay 2 - Delay 1 \quad (2.4)$$

d) *Throughput*

Untuk mengukur delay dilakukan dengan memfilter “tcp” pada *filter box*, kemudian membuka *toolbar statistics*, lalu *Capture File Properties*, pada menu *statistics* terdapat *average bytes* yang merupakan nilai *throughput* dan *average bits* yang merupakan nilai *throughput* dalam bentuk *bits*. Atau secara manual dapat dihitung dengan rumus 2.5 dan 2.6 =

$$Throughput (bytes) = \frac{Jumlah\ data\ dikirim}{Waktu\ pengiriman\ data} \quad (2.5)$$

$$Throughput (bits) = Throughput\ Bytes \times 8 \quad (2.6)$$

2.2.12 Standar TIPHON

Quality of Service (QoS) dapat dipakai untuk mengevaluasi penggunaan bandwidth, keterlambatan, *jitter*, dan kehilangan paket di dalam suatu jaringan yang berjalan. Tujuannya adalah untuk meninjau parameter dari dasar kualitas layanan (QoS). Kualitas suatu layanan tentunya dapat ditinjau dari tingkat kecepatan dan kehandalan pengiriman data atau komunikasi data [24].

Parameter Quality of Service terdiri dari :

- *Throughput* adalah tingkat kecepatan (*rate*) transfer data efektif, dengan satuan bps (*bit per second*). Jumlah paket yang berhasil sampai ditujuan dalam kurun interval waktu tertentu dibagi dengan durasi interval waktu tersebut dikenal sebagai *throughput*. Dapat dilihat pada Tabel 2.3 merupakan standar TIPHON untuk *throughput*.

Tabel 2.3 Standar Throughput TIPHON

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput (bps)</i>	<i>Indeks</i>
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	<25	1

- *Packet Loss* ialah salah satu parameter yang berfungsi menunjukkan berapa banyak paket yang tidak terkirimkan ke tujuan yang disebabkan oleh banyak

faktor eksternal. Dapat dilihat pada Tabel 2.4 merupakan standar TIPHON untuk *packet loss*.

Tabel 2.4 Standar Packet Loss TIPHON

Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss (%)</i>	<i>Indeks</i>
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Jelek	25	1

- Delay (Latency) ialah waktu tempuh data dalam mencapai tujuan. Hal yang mempengaruhi adalah jarak, media fisik, atau juga waktu proses yang lama. Dapat dilihat pada Tabel 2.5 merupakan standar TIPHON untuk *delay*.

Tabel 2.5 Standar Delay TIPHON

Kategori <i>Latency</i>	<i>Besar Delay (ms)</i>	<i>Indeks</i>
Sangat Bagus	< 150	4
Bagus	150 s/d 300	3
Sedang	300 s/d 450	2
Jelek	> 450	1

- Jitter atau variasi kedatangan paket disebabkan adanya perbedaan dalam panjang antrian, pengolahan data, dan penghimpunan ulang paket diakhir perjalanan jitter. Dapat dilihat pada Tabel 2.6 merupakan standar TIPHON untuk *jitter*.

Tabel 2.6 Standar Jitter TIPHON

Kategori <i>Jitter</i>	<i>Jitter (ms)</i>	<i>Indeks</i>
Sangat Bagus	0	4
Bagus	0 s/d 75	3
Sedang	75 s/d 125	2
Jelek	125 s/d 225	1