

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan merupakan salah satu aspek penting dalam kehidupan manusia. Pemantauan kondisi kesehatan, khususnya detak jantung dan kadar oksigen dalam darah, menjadi hal krusial bagi individu yang memiliki riwayat penyakit jantung atau pernapasan. Penyakit kardiovaskular merupakan salah satu penyebab utama kematian di dunia, sehingga pemantauan kesehatan yang efektif sangat diperlukan untuk mencegah komplikasi yang lebih serius (Marsha Anindita, S.Ds, 2021).

Kemajuan ilmu pengetahuan di zaman modern ini telah memicu berkembangnya teknologi yang dapat digunakan untuk membantu dan mempermudah aktivitas manusia dalam berbagai bidang, salah satunya yaitu kedokteran. Ketertarikan orang-orang pada hal-hal teknologi yang dapat membantu mereka dalam profesi mereka, hal ini menjadikan teknologi berkembang lebih cepat dalam membantu orang melakukan pekerjaannya. Sebuah desain yang meningkatkan dan memudahkan pekerjaan khususnya dibidang kesehatan sangat bermanfaat bagi masyarakat (Aldi, 2021).

NodeMCU ESP8266 adalah salah satu mikrokontroler berbasis IoT yang memiliki kemampuan konektivitas Wi-Fi, sehingga memungkinkan pengiriman data ke platform Blynk secara langsung. Dengan memanfaatkan sensor MAX30100, detak jantung dan kadar oksigen dapat diukur dengan akurasi tinggi. Penggunaan teknologi ini diharapkan dapat menjadi solusi bagi individu yang membutuhkan pemantauan kesehatan secara berkala tanpa harus selalu mengunjungi fasilitas kesehatan. (Adam Fauzan Ahmad, 2023).

Selain itu, sistem ini juga dapat membantu tenaga medis dalam melakukan diagnosis awal terhadap kondisi pasien berdasarkan data yang dikirim melalui aplikasi Blynk IoT. Dengan adanya sistem pemantauan yang lebih efisien,

diharapkan pasien dapat segera mengambil tindakan pencegahan ketika terjadi perubahan signifikan dalam parameter kesehatannya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat alat yang dapat mengukur detak jantung dan saturasi oksigen secara online sehingga dapat dimonitor langsung melalui smartphone menggunakan aplikasi blynk. Dalam penelitian ini menggunakan sensor max30100 sebagai inputnya dan aplikasi blynk sebagai outputnya (Aldi, 2021).

Dalam penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Ramadhan, 2021) tentang mengembangkan teknologi pemantauan berbasis IoT yang dapat menganalisis kesehatan seseorang menggunakan parameter detak jantung. Mikrokontroler NodeMCU digunakan dalam alat ini untuk mengontrol sistem *Internet of Things* untuk mendeteksi detak jantung. Hasil keluaran kemudian dikirim ke 2 output, yang pertama ditampilkan pada LCD dan dikirimkan ke aplikasi telegram. Penelitian ini menggunakan dua mikrokontroler, yaitu arduino uno dan nodeMCU 8266. Mikrokontroler arduino uno berfungsi sebagai komunikasi ke sensor MAX30100 dan LCD, sedangkan nodeMCU 8266 sebagai komunikasi pengiriman data ke aplikasi telegram.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (imanda, 2020), penelitian tersebut dilakukan untuk menciptakan alat monitoring denyut jantung, saturasi oksigen (SPO2) dalam darah dan suhu tubuh penderita Covid-19. Alat pendeteksi ini berupa gelang yang terdiri dari beberapa alat penting yaitu NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, TCA9548A sebagai multiplexer, sensor AD8232 untuk mendeteksi denyut jantung, sensor MAX30100 untuk sensor saturasi oksigen, dan sensor suhu tubuh menggunakan MPU6050. Metode analisis penelitian ini adalah metode perbandingan, yang membandingkan hasil pengukuran dari oximeter dan termometer klinis dengan alat yang dirancang. Hasil dari penelitian ini menunjukkan error yang besar pada pengukuran denyut jantung yaitu sebesar 4,12%, sedangkan pengukuran saturasi oksigen dan suhu tubuh memiliki error yang kecil yaitu 1,27% dan 0,35%.

Berdasarkan pemaparan yang sudah dijelaskan diatas, perlu dikembangkan alat yang dapat mendeteksi detak jantung dan kadar oksigen secara otomatis dengan aplikasi blynk. Pada penelitian ini digunakan sensor MAX30100 karena memiliki keunggulan dapat mengukur detak jantung dan kadar oksigen dalam satu sensor, memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan harga yang lebih murah. Perancangan alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya menggunakan NodeMCU 8266 sebagai mikrokontroler yang digunakan untuk terhubung ke aplikasi blynk. Penggunaan NodeMCU dikarenakan memiliki keunggulan sudah dilengkapi dengan modul WIFI sehingga tidak membutuhkan komponen tambahan. Hasil dari pengukuran detak jantung dan kadar oksigen nantinya akan ditampilkan melalui LCD dan dapat dilihat menggunakan aplikasi blynk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring detak jantung dan kadar oksigen berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266?
2. Berapa tingkat akurasi alat pengukur denyut jantung dan saturasi oksigen (SPO2) menggunakan sensor MAX30100?
3. Apakah sistem monitoring denyut jantung dan saturasi oksigen (SPO2) menggunakan sensor MAX30100 dapat terhubung ke blynk?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah, maka terdapat beberapa batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Alat dirancang untuk diaplikasikan dalam proses pemantauan detak jantung dan kadar oksigen.
2. Penelitian dilakukan untuk responden dari usia 4 tahun sampai 63 tahun.

3. Alat ini dirancang menggunakan ESP8266, NodeMCU V3 8266, sensor MAX30100, dan LCD.
4. Alat yang dirancang akan terhubung ke aplikasi Blynk.

1.4 Tujuan Masalah

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring detak jantung dan kadar oksigen berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266.
2. Mengidentifikasi tingkat akurasi alat pengukur detak jantung dan kadar oksigen (SPO2) menggunakan sensor MAX30100.
3. Mengetahui apakah sistem monitoring detak jantung dan kadar oksigen (SPO2) menggunakan sensor MAX30100 dapat terhubung ke aplikasi blynk.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai acuan terutama dalam bidang pengukuran detak jantung dan kadar oksigen menggunakan aplikasi blynk.
2. Membantu masyarakat dan tenaga medis untuk mengidentifikasi pengukuran denyut jantung dan saturasi oksigen secara otomatis.
3. Memperkaya penelitian dan literatur dalam bidang sensor berbasis aplikasi blynk

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Detak Jantung

Jantung merupakan organ berongga yang mempunyai empat bilik, terletak dibagian tengah rongga toraks dengan kedua paru-paru. Dua pertiga jantung dilindungi mediastinum terletak disebelah kiri garis midsternal (bagian dalam). Jantung adalah pompa yang berotot di dalam dada bekerja secara terus menerus tanpa henti memompa darah keseluruh tubuh. Jantung dapat berkontraksi dan berelaksasi sebanyak 100.000 kali dalam sehari, dan memerlukan suplai darah yang disediakan oleh pembuluh arteri koroner. Bagian kanan dan kiri jantung masing-masing memiliki ruang sebelah atas (atrium) yang mengumpulkan darah dan ruang sebelah bawah (ventrikel) yang mengeluarkan darah. Agar darah hanya mengalir dalam satu arah, maka ventrikel memiliki satu katup pada jalan masuk dan satu katup pada jalan keluar.(anisyah, 2022).

Tabel 2.1 Denyut Jantung

Kelompok Usia	Denyut Jantung Normal (BPM - Beats Per Minute)
Bayi (0-1 tahun)	100 - 160 BPM
Anak-anak (1-10 tahun)	70 - 120 BPM
Remaja (11-17 tahun)	60 - 100 BPM
Dewasa (18-64 tahun)	60 - 100 BPM
Lansia (65 tahun ke atas)	60 - 100 BPM

(Ester, M., Potter, P. A., & Veldman, J., 1996)

Tabel diatas menunjukkan tentang detak jantung manusia ditinjau dari usia. Untuk bayi 0-1 tahun memiliki frekuensi detak jantung yang kisar antara 100-160 denyut per menit. Detak jantung untuk anak-anak usia 1-10 tahun memiliki frekuensi detak jantung 70-120 denyut per menit. Pada remaja umur 11-17 tahun berkisar 60-100 denyut per/menit. Pada Dewasa umur 18 hingga 64 tahun memiliki frekuensi 60-100 denyut/menit dan yang terakhir untuk lansia umur 65 tahun keatas

memiliki frekuensi 60-100 denyut/menit. Saat melakukan kegiatan yang berat, detak jantung.

manusia lebih cepat daripada detak normal rata-rata. Akibatnya, dibutuhkan waktu sekitar 5 – 10 menit agar detak jantung kembali normal. Detak jantung yang tidak teratur seperti terlalu cepat atau terlalu lambat menunjukkan adanya suatu permasalahan pada metabolisme tubuh, dan sirkulasi darah. Kapasitas jantung untuk beroperasi dengan baik dapat terancam oleh distimia (ritme yang tidak teratur). Volume darah yang dipompa pada setiap kontraksi jantung ditunjukkan oleh denyut jantung (Anisyah, 2022).

Detak jantung atau *heart rate* adalah jumlah kontraksi ventrikel per satuan waktu yang berfluktuasi dengan variasi kebutuhan oksigen sitemik. Jantung berdetak tandanya jantung memompa darah keseluruh tubuh. Detak jantung yang normal berdetak dengan ritme yang teratur dan stabil. Pemantauan detak jantung saat istirahat (*Resting Heart Rate*) adalah metode klinis sederhana dan non-invasif yang berkaitan dengan gambaran kesehatan. Detak jantung istirahat umumnya sebagai indikator kesehatan jantung. Jumlah denyut jantung per menit dapat mencerminkan kondisi fisiologis seseorang, seperti kondisi aktifitas, stress dan mengantuk. Detak jantung normal adalah 60–80 detak/menit dengan pengecualian tidak ada riwayat penyakit, subjek sehat dan terlatih kurang dari 50 detak/menit. Pada subjek yang tidak aktif besar dari 85 detak/menit.

Detak jantung istirahat yang tinggi dianggap sebagai faktor penting yang meningkatkan peluang kematian. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa detak jantung istirahat (*Resting Heart Rate*) yang rendah dikaitkan dengan kesehatan, sedangkan detak jantung istirahat yang tinggi dikaitkan dengan penyakit atau kelainan. Detak jantung istirahat sering digunakan sebagai evaluasi kondisi fungsional seseorang (Meliana Handayani, 2022).

Aktivitas fisik secara teratur menyebabkan penurunan detak jantung, tetapi terjadi pergeseran pola aktivitas fisik pada masyarakat yang cenderung mengurangi langkah harian. Berdasarkan data Riskesdas 2018, angka kurang aktivitas fisik pada

tahun 2013 sebesar 26,1% dan terjadi peningkatan angka kurang aktivitas fisik pada tahun 2018 sebesar 33,5%. Aktivitas fisik secara konsisten cenderung lebih rendah dilakukan oleh perempuan dibandingkan laki-laki. Aktivitas fisik yang rendah pada perempuan memiliki dampak terhadap kesehatan seperti penyakit kardiovaskular dan kanker. Hasil penelitian (Nikolic, 2022) menunjukkan bahwa tingkat aktivitas fisik total pada sampel perempuan lebih rendah dibandingkan laki-laki. Begitu pula hasil penelitian (Widiyatmoko & Hadi, 2018), mengemukakan secara umum aktivitas fisik perempuan lebih rendah dari laki-laki. Peningkatan detak jantung istirahat pada remaja dan dewasa muda memiliki dampak negatif bagi kesehatan (Meliana Handayani, 2022).

2.2 Saturasi Oksigen

Saturasi oksigen merupakan salah satu indikator dari status oksigenasi. Nilai kadar oksigen adalah berapa persen dari semua situs pengikatan hemoglobin yang ditempati oleh hemoglobin, pulse oksimetri merupakan alat non invasif yang mengukur saturasi oksigen darah arteri yang dipasang pada ujung jari, ibu jari, hidung, daun telinga atau dahi dan oksimetri nadi dapat mendeteksi hipoksemia (kondisi tubuh khususnya arteri lebih rendah dari normal) sebelum tanda dan gejala klinis muncul. Karena sifat non invasif dan pentingnya pembacaan oksimetri denyut nadi, sangat sedikit situasi yang tidak mengidentifikasi penggunaannya. Nilai normal kadar oksigen yaitu 95-100%. Kompleksitas program terapi dan pemantauan pasien kritis mengharuskan perawat fokus terkait dengan kondisi status fisiologis dan hemodinamik termasuk saturasi oksigen. Dampak dari penurunan oksigen menimbulkan hipoksia kronik (kondisi tubuh yang mengalami kekurangan oksigen dalam waktu lama dan berkelanjutan) dapat mengakibatkan eritropoiesis (proses pembentukan sel darah merah yang terjadi di sumbu tulang). Pentingnya kadar oksigen dipantau di ruang ICU yaitu untuk mencegah terjadinya hipoksia dan obstruksi saluran nafas. Pada umumnya pasien kritis yang mengalami ketidaksadaran akan mempengaruhi produksi saliva sehingga bisa meningkatkan sekret. Sekret merupakan bahan yang dikeluarkan dari paru, bronchus, dan trachea

melalui mulut. Produksi sekret yang berlebih dimana dapat menghambat aliran udara dari hidung masuk ke paru-paru. Faktor-faktor yang mempengaruhi saturasi oksigen yaitu, hemoglobin, sirkulasi, suction, dan aktivitas atau mobilisasi(yulia, 2020).

Saturasi oksigen/kadar oksigen merupakan rasio antara jumlah oksigen aktual yang diangkut oleh hemoglobin terhadap kemampuan total hemoglobin darah mengikat oksigen. Saturasi oksigen ada pasien PPOK dapat mengalami penurunan sampai 85% yang dapat mengakibatkan hipoksemia, sianosis. Nilai normal saturasi oksigen yang diukur dengan menggunakan oksimetri nadi yaitu 95-100%. Saturasi oksigen digunakan untuk mengukur persentase oksigen yang diikat oleh hemoglobin didalam aliran darah(Ni Made Dwi Yunica, 2020).

Saturasi oksigen yang normal bermanfaat untuk proses kehidupan manusia. Nilai saturasi oksigen normal menurut WHO antara 95-100% dan dikatakan nilai saturasinya kurang bila ditemukan dibawah 85%. Pada nilai saturasi oksigen kurang adalah gambaran bahwa jaringan dalam tubuh tidak mendapatkan cukup oksigen. Pada nilai saturasi kurang dari 70% seseorang harus segera mendapatkan pertolongan karena membahayakan kondisi tubuh (Ana Wigunantiningih, 2022).

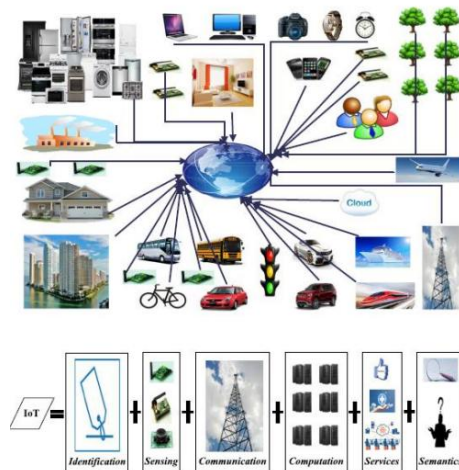
Tabel 2.2 Saturasi Oksigen

Kondisi	Saturasi Oksigen (SpO ₂) Normal (%)
Orang Sehat	95% - 100%
Orang dengan Penyakit Paru Kronis (COPD, Asma, dll.)	88% - 92% (terkontrol)
Hipoksia Ringan	91% - 94%
Hipoksia Sedang	86% - 90%
Hipoksia Berat	< 85%

(Ester, M., Potter, P. A., & Veldman, J., 1996)

2.3 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah struktur di mana obyek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer. IoT merupakan perkembangan teknologi yang menjanjikan IoT dapat mengoptimalkan kehidupan dengan sensor sensor cerdas dan benda yang memiliki jaringan dan bekerjasama dalam internet. Cara kerja dari IoT yaitu setiap benda harus memiliki sebuah alamat Internet Protocol (IP). Alamat Internet Protocol (IP) adalah sebuah identitas dalam jaringan yang membuat benda tersebut bisa diperintahkan dari benda lain dalam jaringan yang sama. Selanjutnya, alamat Internet Protocol (IP) dalam benda-benda tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet. Saat ini koneksi internet sudah sangat mudah didapatkan. Dengan demikian pengguna dapat memantau benda bahkan memberi perintah (*remote control*) kepada benda tersebut dengan koneksi internet. Setelah sebuah benda memiliki alamat IP dan terkoneksi dengan internet, pada benda tersebut juga dipasang sebuah sensor. Sensor pada benda memungkinkan benda tersebut memperoleh informasi yang dibutuhkan. Setelah memperoleh informasi, benda tersebut dapat mengolah informasi itu sendiri, bahkan berkomunikasi dengan benda-benda lain yang memiliki alamat IP dan terkoneksi dengan internet juga. Terjadi pertukaran informasi dalam komunikasi antara benda-benda tersebut. Setelah pengolahan informasi selesai, benda tersebut dapat bekerja dengan sendirinya, atau bahkan memerintahkan benda lain juga untuk ikut bekerja. Hal ini merupakan kelebihan dari IoT. IoT mampu menghubungkan miliaran atau triliun benda-benda yang memiliki IP melalui internet, sehingga ada kebutuhan kritis akan arsitektur berlapis fleksibel. Semakin banyak jumlah arsitektur yang diajukan belum terkonvergensi menjadi model referensi. Sementara itu, ada beberapa proyek seperti Internet of Things (IoT-A) yang mencoba merancang arsitektur bersama berdasarkan analisis kebutuhan peneliti dan industri(wilianto, n.d.)



Gambar 2.1 Contoh IoT dalam kehidupan dan elemennya

2.4 Sensor Oximeter MAX30100

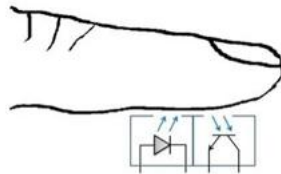
Sensor MAX30100 adalah sensor pulse terintegrasi yang digunakan untuk non-invasif SpO₂ dan detak jantung BPM. MAX30100 terdiri dari dua light-emitting diode (LED), LED merah dan LED inframerah, dan fotodetektor dengan pemrosesan sinyal analog dengan noise rendah. Sensor MAX30100 merupakan sensor pulsa yang dapat memantau saturasi oksigen (SPO₂) dan detak jantung secara tanpa harus memasukkan alat tersebut kedalam tubuh.(adam fauzan ahmad, n.d.).

Pada saat akan mengukur nilai detak jantung, hanya LED merah yang diaktifkan, sedangkan LED inframerah dan LED merah akan digunakan saat mengukur saturasi oksigen (SPO₂). Filter low pass dibangun didalam sensor untuk membantu mengurangi kebisingan. Sensor max30100 adalah perangkat terintegrasi yang berkomunikasi melalui serial 12 C. Darah dengan lebih banyak oksigen (oxyhemoglobin) menyerap cahaya inframerah lebih banyak daripada cahaya merah, tetapi darah yang tidak ada oksigennya (deoxyhemoglobin) akan menyerap lebih banyak cahaya merah daripada cahaya inframerah. Metode reflectance digunakan pada sensor MAX30100, sehingga LED inframerah (IRD), LED merah 16 (RD) dan fotodiode (INT) letaknya berada pada satu baris.



Gambar 2.2 Sensor Oximeter Max30100

Gambar 2.2 menunjukkan gambar dari sensor MAX30100, beserta nama pin yang ada pada sensor tersebut. Seperti yang kita ketahui bahwa pin GND sebagai ground dan pin Vin sebagai inputan power supply. Pin SDA dan SCL digunakan untuk membaca data keluaran sensor. Pin RD menunjukkan LED merah, pin IRD menunjukkan LED infra merah dan pin INT menunjukkan fotodiode.



Gambar 2.3 Cara Penggunaan Sensor Max30100

Pada gambar 2.3 menunjukkan proses penggunaan sensor MAX30100. Jari ditempelkan sensor melakukan pembacaan detak jantung dan saturasi oksigen dari perubahan penyerapan cahaya dalam darah yang mengandung oksigen (HbO_2) dan tidak mengandung oksigen (Hb). Saat darah mengandung banyak oksigen (HbO_2) memiliki karakteristik menyerap cahaya Infra Merah (IR). Semakin tinggi nilai HbO_2 maka semakin banyak cahaya IR yang diserap, cahaya yang tidak diserap akan dipantulkan. Fotodetektor akan menangkap perubahan cahaya yang dipantulkan sehingga didapatkan pembacaan detak jantung. Pembacaan saturasi oksigen didapatkan dari pengukuran rasio cahaya IR (Infa Red) dan cahaya R (Red) yang diterima oleh fotodetektor. Sensor max30100 dapat digunakan dalam

kehidupan sehari-hari diantaranya pada saat kita berolahraga kita dapat memantau keadaan tubuh kita, dan untuk dokter dapat memantau kondisi tubuh dari pasien.

2.4.1 Data Pengamatan Jarak Objek Ke Sensor

Pada alat monitoring ini, Sensor MAX30100 digunakan untuk mengukur detak jantung (heart rate) dan kadar oksigen (SpO₂) melalui jaringan ujung jari tangan pengguna. Sensor ini bekerja dengan prinsip fotoplethismografi (PPG) yang memanfaatkan pemantulan cahaya merah dan inframerah melalui jaringan kulit. Salah satu faktor penting dalam akurasi pembacaan sensor adalah jarak objek (Jari) terhadap permukaan sensor. Jarak ini sangat mempengaruhi kekuatan pantulan cahaya yang dibaca oleh sensor. Jika jari terlalu jauh atau tidak menempel dengan baik, maka data akan menjadi tidak akurat atau bahkan tidak terbaca sama sekali.

No	Jarak ke Sensor	Nilai BPM	Nilai SpO ₂ (%)	Keterangan
1	0,2 mm	132	91	Tidak stabil (tekanan terlalu kuat)
2	1,0 mm	76	97	Stabil dan akurat (ideal)
3	2,5 mm	0	0	Tidak terbaca
4	1,2 mm	80	96	Stabil (masih dalam rentang ideal)

Tabel 2.3 Data Pengamatan jarak objek ke sensor

2.5 Mikrokontroler NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *opensource*. Terdiri dari perangkat keras berupa pengembangan dari ESP8266 dengan firmware berbasis e-Lua. Konektor microUSB disertakan pada NodeMCU yang digunakan untuk pemrograman dan catu daya. Juga disertakan pada NodeMCU dua tombol tekan, satu tombol reset dan yang lainnya untuk flash. Bahasa pemrograman e-Lua merupakan bagian dari paket ESP8266 yang digunakan oleh NodeMCU.

NodeMCU juga bekerja dengan program Arduino IDE dengan beberapa penyesuaian, pada Arduino IDE terdapat board manager(dewi, 2018).

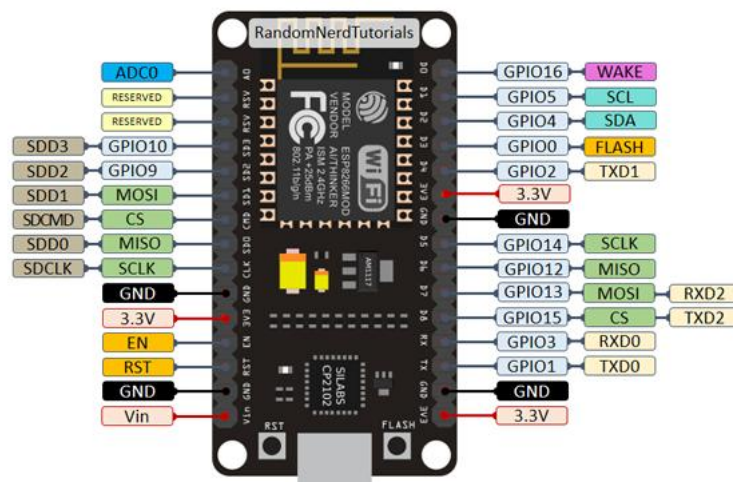
Sejarah lahirnya nodeMCU berdekatan dengan rilis ESP8266 pada 30 desember 2013, Espressif Systems selaku pembuat esp8266 memulai produksi ESP8266 yang merupakan Soc wifi yang terintegrasi dengan prosesor Tensilica Xtensa LX106. Sedangkan nodemcu-firmware ke github. Dua bulan kemudian project tersebut dikembangkan ke platform perangkat keras ketika Huang R mengcommit file dari board ESP8266 yang diberi nama devkit v.0.9. Berikutnya dibulan yang sama. TUAN PM memporting pustaka *client* MQTT dari contiki ke platform SOC ESP8266 dan di commit ke project NodeMCU yang membuatnya mendukung protokol IoT MQTT melalui Lua. Pemutakhiran penting berikutnya terjadi pada 30 januari 2015 ketika Devsaurus memporting u8glib ke project NodeMCU yang memungkinkan NodeMCU bisa mendrive display LCD, OLED, hingga VGA. Inilah Project NodeMCU terus berkembang hingga saat ini berkat komunitas open source dan pada musim panas 2016 NodeMCU sudah terdiri memiliki 40 modul fungsionalitas yang bisa digunakan sesuai kebutuhan developer(tedi, n.d.).

NodeMCU sebanding dengan papan Arduino dengan modul Wifi ESP8266. Karena memerlukan berbagai teknik pengkabelan dan modul USB ke serial tambahan untuk mengunduh aplikasi, pemrograman ESP8266 sedikit merepotkan. Namun, NodeMCU telah mengintegrasikan ESP8266 ke papan terkecil dengan mikrokontroler yang dapat terhubung ke wifi serta chip komunikasi USB yang sebanding dengan yang digunakan sebagai kabel data dan pengisian daya untuk perangkat android.(dewi, 2018).

NodeMCU adalah open-source, interaktif, mudah diprogram, ekonomis, sederhana, cerdas, dan memiliki koneksi WiFi yang sudah terpasang. Ia menawarkan API (Application Programming Interface) yang canggih untuk perangkat keras IO (Input Output) yang secara drastis dapat meminimalkan jumlah waktu yang dihabiskan untuk memverifikasi dan memanipulasi perangkat keras. Memiliki pemrograman ala Arduino, tetapi interaktif dalam bentuk skrip LUA.

Selain itu, API untuk aplikasi jaringan memungkinkan pengembang untuk membuat skrip gaya NodeJs yang berjalan pada MCU 5 mm x 5 mm, sehingga lebih mudah dan lebih cepat untuk mengembangkan aplikasi IoT.

Kit pengembangan NodeMCU ini dibangun di atas modul ESP8266, menggabungkan fungsionalitas dari GPIO, PWM (*Pulse With Modulation*), IIC, 1-Wire, dan ADC (Analog to Digital Converter) dalam satu papan. Fitur WiFi dan Firmware pada NodeMCU bersifat open source.



Gambar 2.4 Pin Node MCU

Penjelasan fungsi pin NodeMCU adalah sebagai berikut:

1. EN, RST pin yang digunakan untuk merest program di mikrokontroler
2. ADC merupakan pin yang digunakan untuk membaca input data secara analog.
3. 3.3 V digunakan sebagai sumber tegangan untuk beberapa perangkat lain.
4. GND adalah Ground, sebagai tegangan 0 atau nilai negatif untuk mengalirkan arus.
5. Vin sebagai sumber daya eksternal yang mempengaruhi output semua pin.
6. GPIO 1 – GPIO 16 adalah pin input dan pin output yang dapat membaca dan mengirimkan data secara analog juga.

7. SD1, CMD, SD0, CLK adalah pin untuk komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface), dimana clock akan digunakan untuk menyinkronkan bit deteksi pada penerima.
8. TXD0, RXD0, TXD2, RXD2 adalah TXD0 dengan RXD0 dan TXD2 dengan RXD2 adalah pasangan antarmuka UART. TXD1 adalah perangkat yang memungkinkan anda mengunggah firmware atau program.
9. SDA, SCL (I2C Pin) digunakan untuk perangkat yang membutuhkan I2C.

2.6 Display LCD 16x2

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan *reflektor*. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

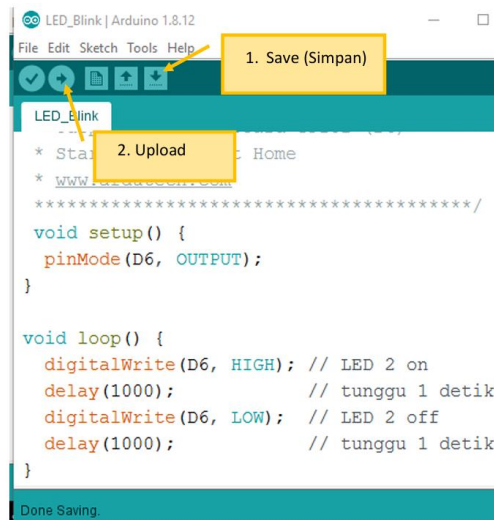


Gambar 2.5 Display LCD 16x2

2.7 Arduino IDE

IDE (Integrated Development Environment) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari

menuliskan source program, kompilasi, upload hasil kompilasi dan uji coba secara terminal serial.(susiyanto, 2023). Arduino ide telah menjadi salah satu platform mikrokontoler paling populer didunia pendidikan, hobi, hingga prototipe industri. Salah satu komponen kunci dari ekosistem arduino adalah Arduino IDE yang merupakan software untuk pengguna melakukan kegiatan menulis, mengedit, mengompilasi dan mengunggah program ke papan arduino dengan mudah.



Gambar 2.6 Tampilan Arduino IDE

2.8 Blynk

Blynk adalah platform IoT yang memungkinkan Anda untuk menghubungkan perangkat keras (seperti Arduino, ESP8266, Raspberry Pi, dan lainnya) ke cloud dan memantau atau mengontrolnya melalui aplikasi di smartphone. Blynk menawarkan berbagai fitur, termasuk visualisasi data sensor, kontrol perangkat secara real-time, notifikasi, dan banyak lagi.

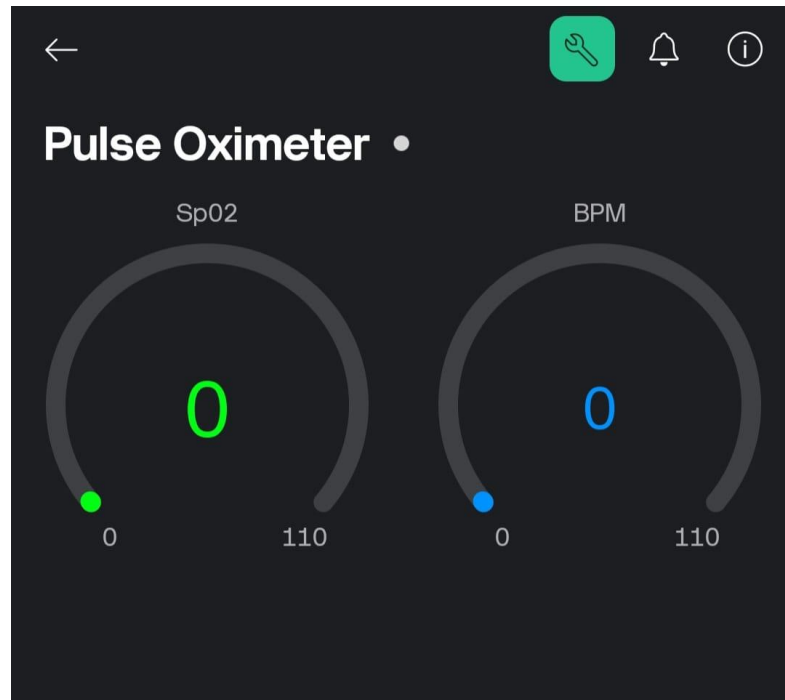
Blynk merupakan sebuah aplikasi yang didesain untuk *internet of things*. Aplikasi ini mampu mengontrol hardware dari jarak jauh. Ada 3 platform blynk yang disediakan, yaitu:

1. Blynk App, berfungsi untuk membuat project aplikasi menggunakan bermacam variasi widget yang telah disediakan. Namun, batas penggunaan widget dalam satu akun hanya 2000 energy. Energy tersebut dapat ditambah dengan membelinya melalui playstore.
2. Blynk server, berfungsi untuk meng-handle project pada blynk app dan berkomunikasi antara smartphone dengan hardware yang dibuat. Blynk server (Blynk Cloud) dapat digunakan secara jaringan lokal dan bersifat open source.
3. Blynk libraries, berfungsi untuk memudahkan komunikasi antara hardware dengan server dan seluruh proses perintah input serta output.

Dibawah ini merupakan fitur-fitur yang disediakan oleh Blynk:

- API dan UI yang sama untuk mendukung hardware dan devices.
- Koneksi dengan cloud menggunakan: wifi, bluetooth, ethernet, USB (serial), dan GSM.
- Penggunaan widget yang mudah.
- Integrasi yang mudah menggunakan pin virtual.
- Riwayat monitoring data.

Dengan Blynk, Anda dapat membuat aplikasi antarmuka pengguna tanpa harus melakukan pengkodean khusus untuk antarmuka tersebut. Anda cukup menyeret dan melepaskan (drag-and-drop) widget pada aplikasi Blynk untuk menciptakan dashboard interaktif.(academy.educty, n.d.)



Gambar 2.7 Tampilan Alat di Aplikasi Blynk

2.9 Oximeter

Pulse oximetry merupakan suatu alat kesehatan yang bersifat non-invasive berguna untuk mendeteksi dan mengukur kadar oksigen dan saturasi oksigen dalam darah. Pada alat ini persentase kadar saturasi oksigen ditunjukkan dengan tanda SpO2 dan satuan bpm (beat per minute) untuk detak jantung. Alat yang sering digunakan dalam rumah sakit untuk mendeteksi saturasi oksigen dalam darah selama operasi dilakukan yaitu oksimeter. Dengan alat oksimeter ini, maka tidak harus melakukan tes darah apabila ingin menilai kesehatan fisik seseorang.

Pulse oximetry bekerja dengan memanfaatkan hemoglobin yang mampu menyerap cahaya dan denyut nadi. Kandungan oksigen yang tinggi pada hemoglobin akan menghasilkan intensitas cahaya yang berbeda dengan hemoglobin yang memiliki kandungan oksigen rendah. Nilai kadar oksigen dalam darah dihasilkan dari perbandingan cahaya yang ditangkap oleh sensor. Cara kerja dari oksimeter yaitu setelah melewati kulit dan berinteraksi dengan sel darah merah

maka oksimeter akan mengukur intensitas cahaya LED yang terpapar pada permukaan kulit jari. Dengan mengukur penyerapan gelombang optik yang melewati kulit dan berinteraksi dengan sel darah merah, teknik ini mencoba mengukur saturasi oksigen darah. Perangkat dapat menghitung proporsi Hb jenuh dengan membandingkan penyerapan cahaya



Gambar 2.8 Oximeter

2.9.1 Teori Pemodelan Sistem (cara kerja sistem)

Pemodelan sistem dalam alat monitoring ini bertujuan untuk menggambarkan proses kerja dari awal hingga data detak jantung dan kadar oksigen ditampilkan secara real-time melalui LCD dan aplikasi Blynk. Alat ini memanfaatkan sensor MAX30100, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, LCD display, serta koneksi internet untuk komunikasi dengan platform Blynk.

1. Inilisasi sistem

Ketika alat pertama kali dinyalakan, sistem akan melakukan inisialisasi terhadap seluruh komponen. NodeMCU akan memulai koneksi ke jaringan Wi-Fi, menginisialisasi sensor MAX30100 dan LCD, serta memastikan semua modul bekerja dengan baik.

2. Pengambilan Data Sensor

Sensor akan mengambil data dua parameter fisiologis utama yaitu detak jantung dan kadar oksigen, sensor ini bekerja menggunakan prinsip fotoplethismografi (PPG), di mana cahaya infra merah dan merah dihantarkan ke kulit dan pantulannya diukur untuk mendeteksi aliran darah.

3. Pengolahan Data di NodeMCU ESP8266

Data yang dari sensor akan di proses menggunakan filter digital (seperti filter *low-pass* atau *moving average*) untuk menghaluskan sinyal, mengidentifikasi puncak gelombang (*peak detection*) pada sinyal untuk menghitung detak jantung (jumlah puncak per menit), Membandingkan rasio sinyal merah dan inframerah untuk menghitung saturasi oksigen menggunakan algoritma yang disebut *ratio-of-ratios*.

4. Tampilan data di LCD

Setelah diproses, data hasil pengukuran akan ditampilkan ke layar LCD sebagai output lokal.

5. Pengiriman data ke aplikasi Blynk

NodeMCU, yang sudah terhubung dengan internet melalui Wi-Fi, akan mengirimkan data secara berkala ke server Blynk menggunakan API Blynk. Data yang dikirim mencakup:

- Nilai detak jantung (BPM)
- Kadar oksigen (SpO₂)

Di aplikasi Blynk, pengguna dapat melihat data ini dalam bentuk widget seperti *value display*, *gauge*, atau *graph*, yang memungkinkan pemantauan jarak jauh dan real-time.