

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian [11] merancang sistem monitoring kadar oksigen, denyut jantung dan suhu tubuh berbasis IoT. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan sensor DS18B20 sebagai sensor suhu tubuh dan sensor MAX30100 yang berfungsi untuk mengukur nilai kadar oksigen (SpO₂) dan detak jantung (BPM). NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler yang berfungsi melakukan penyimpanan *database* dari data yang di peroleh sensor MAX30100 dan sensor DS18B20. Data yang diambil dari sensor kemudian diproses dan ditampilkan pada web server dan alamat internet protokolnya akan ditampilkan melalui LCD. Dari penelitian tersebut dikembangkan alat monitoring menggunakan sensor non kontak MLX90614 yang menggunakan teknologi inframerah untuk mendeteksi suhu tubuh sehingga tidak perlu kontak langsung dengan kulit.

Penelitian [12] merancang sistem cerdas berbasis IoT untuk memantau kesehatan pasien lanjut usia menggunakan tiga sensor untuk mendeteksi tanda-tanda vital. Saat sensor mendeteksi tanda-tanda vital, informasinya akan dikirimkan ke NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang mengatur seluruh sistem. Data dari sensor diproses dan disimpan dalam *database* menggunakan PHP dan *MySQL*. Sebuah *website* terhubung ke *database* ini memungkinkan akses melalui *smartphone* dokter, keluarga pasien atau pasien sendiri. NodeMCU ESP32 juga terhubung dengan layar OLED untuk menampilkan data tanda-tanda vital yang terdeteksi. Dari 10 subjek yang diuji, akurasi pengukuran detak jantung mencapai 96,15%, sementara pengukuran kadar oksigen mencapai 97,4% dan pengukuran suhu tubuh mencapai 98,3%.

Penelitian [13] merancang alat deteksi detak jantung dan suhu tubuh manusia berbasis IoT yang bertujuan untuk memudahkan pengukuran dan pemantauan detak jantung serta suhu tubuh. Menggunakan *pulse* sensor dan sensor suhu MLX90614, sistem ini dapat mendeteksi dan mengukur detak jantung dan

suhu tubuh. NodeMCU terhubung ke *host port* laptop untuk koneksi jaringan, dan aplikasi *Blynk* digunakan untuk memonitor detak jantung dan suhu tubuh manusia. Pada penelitian ini pengujian hanya dilakukan sebanyak 2 kali sehingga tidak dapat mengetahui akurasi dari sensor secara akurat. Untuk mengetahui akurasi sensor secara akurat, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan jumlah sampel yang lebih banyak.

Penelitian [14] membuat *prototype* sistem monitoring ketinggian air menggunakan *telegram*. Pada penelitian ini sistem pemantauan ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik dengan mikrokontroler yang digunakan yaitu NodeMCU ESP8266 yang dapat terhubung ke *wifi* dan *system on chip* sehingga tanpa perlu menggunakan mikrokontroler tambahan dan beberapa modul elektronika untuk *output*. *Prototype* ini mengintegrasikan sistem pemantauan ketinggian air dengan menggunakan telegram. Pengguna dapat menerima pemberitahuan tentang perubahan ketinggian air melalui *telegram* dan mengakses informasi tersebut langsung melalui *smartphone*. Pengguna juga dapat mengatur pemberitahuan dan interval pembaruan, serta meminta informasi tentang ketinggian air secara langsung.

Penelitian [15] merancang *prototype* deteksi gejala dini COVID-19 berbasis NodeMCU ESP32 untuk usia lanjut, yang dapat mengukur tiga parameter dalam satu alat. Penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor MAX30100 untuk mendeteksi denyut jantung dan saturasi oksigen serta sensor LM35 untuk mendeteksi suhu tubuh. Modul LCD digunakan sebagai penampil hasil pengukuran ketiga parameter dan *power bank* digunakan sebagai sumber tegangan untuk menyuplai energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi pengukuran suhu mencapai 98,38%, denyut jantung mencapai 95,1%, dan saturasi oksigen mencapai 98,8%.

Penelitian [16] merancang alat untuk memonitor suhu tubuh, detak jantung, dan tingkat oksigen dalam darah manusia menggunakan MIT App Inventor II berbasis IoT. Penelitian ini dirancang untuk mengembangkan dan menerapkan sistem monitoring kesehatan yang terhubung dengan IoT dan dapat diakses melalui aplikasi android. Perangkat ini menggunakan sensor LM35 untuk menentukan suhu tubuh, sensor MAX30100 untuk mengukur detak jantung per menit dan nilai kadar oksigen. Informasi yang dihasilkan diproses oleh NodeMCU ESP8266 yang

berfungsi sebagai perangkat untuk mengirim informasi melalui koneksi internet. Fitur lainnya termasuk antarmuka aplikasi android dan tips serta informasi tentang kesehatan. Dari 6 subjek yang diukur, alat ini dapat membaca detak jantung dengan akurasi sebesar 99,63%, kadar oksigen dengan akurasi mencapai 99,72%, dan suhu tubuh dengan akurasi mencapai 99,71%. Hasil ini menunjukkan bahwa alat ini sangat andal dan efektif dalam memantau tanda-tanda vital, serta dapat memberikan informasi kesehatan yang penting dan dapat diakses secara mudah melalui aplikasi android.

Penelitian [17] melakukan pengembangan sistem pemantauan untuk mengidentifikasi tanda-tanda vital seperti suhu tubuh dan detak jantung pada lansia. Jika parameter yang dibaca menunjukkan tidak normal, sistem akan memberikan peringatan dini. Untuk mengukur detak jantung digunakan sensor MAX30100 dan untuk suhu tubuh digunakan sensor DS18B20 dengan mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega2560. Dengan penambahan modul LoRa SX1278 proses pemberitahuan kondisi pasien menjadi lebih cepat dan akurat. Dari 10 pengujian yang dilakukan, diperoleh tingkat akurasi detak jantung sebesar 98,56% dan suhu tubuh dengan tingkat akurasi 99,16%.

Penelitian [18] merancang alat monitoring detak jantung dan saturasi oksigen berbasis IoT menggunakan *platform Blynk*. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno untuk mengendalikan hasil pembacaan dari sensor MAX30100, yang mencakup sensor detak jantung dan sensor SpO2 untuk mendeteksi kadar oksigen. Sensor detak jantung mengukur jumlah detak per menit dan sensor SpO2 mengukur kadar oksigen dalam darah dalam persen (%). Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat yang dibuat dengan alat pembanding yaitu *finger tip pulse oximeter*. Hasilnya menunjukkan bahwa persentase kesalahan tertinggi adalah 0,003% untuk detak jantung dan 0,04% untuk kadar oksigen. Rata-rata kesalahan yang ditemukan adalah 0,008% untuk detak jantung dan 0,014% untuk kadar oksigen .

Penelitian [19] merancang sistem pemantauan kesehatan dengan indikator suhu tubuh, detak jantung, dan saturasi oksigen berbasis IoT yang mempermudah proses diagnosis kesehatan. Alat ini menggunakan sensor MAX30102 untuk mendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen serta *sensor DS18B20* untuk mendeteksi suhu tubuh. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU

ESP8266, yang dilengkapi dengan dukungan *wifi* untuk memudahkan komunikasi dan transmisi data ke *cloud*, sehingga hasil akhir dapat dilihat melalui *smartphone*. Dari pengukuran pada 5 subjek, alat ini menunjukkan tingkat akurasi 95,12% untuk detak jantung, 98,78% untuk saturasi oksigen, dan 99,07% untuk suhu tubuh. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem ini memiliki potensi yang besar untuk digunakan dalam pemantauan kesehatan secara *real-time*, memberikan data yang akurat untuk mendukung keputusan medis.

Penelitian [20] melakukan perancangan dan implementasi alat untuk memonitor detak jantung, saturasi oksigen serta suhu tubuh IoT berbasis *cloud*. Sistem ini menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler untuk mengolah data yang diperoleh dari sensor MAX30100 dan LM35. Sensor MAX30100 digunakan untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen, sedangkan LM35 digunakan untuk mengukur suhu tubuh. Data yang diperoleh dari sensor dikirimkan ke *firebase*, proses pengiriman data ini dilakukan melalui modul NodeMCU ESP8266. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa alat monitoring yang dirancang memiliki tingkat akurasi yang cukup baik. Untuk pengukuran detak jantung, alat ini memiliki kesalahan relatif sebesar 5,76%. Untuk pengukuran saturasi oksigen, kesalahan relatif sebesar 2,94%. Sedangkan untuk pengukuran suhu tubuh menggunakan sensor LM35, kesalahan relatif yang dihasilkan adalah sebesar 3%.

Penelitian [21] membuat sistem untuk memonitor detak jantung serta kadar oksigen melalui *smartphone*. Penelitian ini membahas mengenai monitoring detak jantung dan saturasi oksigen dengan hasil pengukuran ditampilkan melalui *smartphone* menggunakan *platform blynk*. Pada penelitian ini saturasi oksigen dalam darah dan detak jantung diukur menggunakan sensor MAX30100. Data dari sensor akan diproses dan untuk mengirim data tersebut ke *smartphone* menggunakan ESP8266 ESP01 dengan koneksi *wifi*. Dengan menggunakan komunikasi melalui *wifi*, hasil pembacaan detak jantung dan saturasi oksigen dapat dipantau secara langsung dan kapan saja melalui perangkat *smartphone*. Namun, dalam penelitian ini belum termasuk pemantauan suhu tubuh. Pemantauan suhu tubuh juga penting karena suhu tubuh dapat memberikan informasi tentang kondisi kesehatan pasien. Hasil dari penelitian ini perbedaan antara pembacaan nilai detak jantung dan kadar oksigen pada alat dan pasien monitor tertinggi yaitu 0,8% untuk detak jantung dan 1% untuk kadar oksigen dengan 3 subjek yang di ukur.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

Penulis	Tahun	Judul	Keterangan
Fazrian Dzikri Fajduani, Dadan Nur Ramadan, Indrarini Dyah Irawati	2023	Perancangan Sistem Monitoring Kadar Oksigen, Denyut Jantung, dan Suhu Tubuh Berbasis IoT	Sensor yang digunakan MAX30100 dan DS18B20 dengan mikrokontroler ESP8266, data dikirim ke web server. Saran perlu menambahkan parameter QoS untuk mengetahui kualitas jaringan.
Amelia Cahyana, Mohammad Yanuar Hariyawan, Wira Indani, Suci Ramadona	2023	Sistem Cerdas Pemantau Kesehatan Pasien Lanjut Usia Berbasis IoT (<i>Hardware</i>)	Menggunakan 2 sensor yaitu sensor MAX30100 dan sensor MLX90614 dengan mikrokontroler ESP32. Data di kirim ke <i>database MySQL</i> . Perlu menambahkan parameter QoS untuk mengetahui kualitas jaringan.
Jhonson Efendi Hutagalung, Nuriadi Manurung	2023	Pendeteksi Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis IoT	Menggunakan 2 sensor yaitu <i>pulse</i> sensor dan MLX90614 dengan mikrokontroler ESP8266. Data di kirim ke <i>database MySQL</i> . Pengujian hanya dilakukan sebanyak 2 kali sehingga tidak dapat mengetahui akurasi dari sensor.
Muannas Nur Abdullah, Firman Saputra, Rasendriya Bagas	2023	<i>Prototype</i> Sistem Monitoring Ketinggian Air Menggunakan <i>Telegram</i>	Menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler ESP8266. Data di kirim ke <i>telegram</i> . Saran perlu menambahkan parameter QoS. Diperlukan Evaluasi lebih lanjut dan pengujian lapangan.
Putri Diah Pitaloka, Firman Hardianto, Heni Sumarti	2022	Implementasi <i>Prototype</i> Deteksi Gejala Dini Covid-19 Berbasis NodeMCU ESP32 Pada Usia Lanjut	Menggunakan 2 sensor yaitu MAX30100 dan LM35 dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Data ditampilkan melalui LCD. Dapat dikembangkan alat dapat di monitoring dari mana saja.

Penulis	Tahun	Judul	Keterangan
Luki Utomo, Nana Rusmana	2022	Monitoring Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Spo2 Manusia Menggunakan Mit App Inventor II Berbasis IOT	Menggunakan sensor MAX30100 dan LM35 dengan mikrokontroler ESP8266. Data dikirim ke aplikasi android, perlu menambahkan parameter QoS.
Rezka Aditya Nugraha Hasan, Fajar Pradana, Fitra Abdurrachman Bachtiar	2022	Pengembangan Sistem Monitoring Mengidentifikasi <i>Vital Sign</i> Suhu Tubuh dan Jantung pada Orang Tua	Sensor yang digunakan MAX30100 dan DS18B20 dengan mikrokontroler Arduino Mega2560, data ditampilkan melalui GUI <i>system</i> . Bisa dikembangkan dengan menambahkan pengukuran saturasi oksigen.
Agisty Ecclesia Tatilu, Sherwin Sompie, Janny Olmy Wuwung	2022	Perancangan Alat Monitoring Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Berbasis IoT Menggunakan <i>Platform Blynk</i>	Sensor yang digunakan MAX30100 dengan mikrokontroler Arduino Uno, data dikirim ke <i>blynk</i> . Bisa dikembangkan dengan pengukuran suhu tubuh.
Mohamad Aldi Adrian, Mochamad Rizky Widiarto, Rini Suwartika	2021	<i>Health Monitoring System</i> dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Berbasis <i>Internet of Things (IoT)</i>	Menggunakan sensor MAX30100 dan DS18B20 dengan mikrokontroler ESP8266, data ditampilkan ke LCD dan <i>blynk</i> , saran menambahkan QoS.
Ghani Hibatullah Santoso, Iman Hedi Santoso, Arif Indra Irawan	2021	Perancangan dan Implementasi Alat Monitoring Detak Jantung, Saturasi Oksigen dan Suhu Tubuh Iot Berbasis <i>Cloud</i>	Menggunakan 2 sensor yaitu MAX30100 dan LM35 dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan Arduino. Data dikirim ke <i>cloud</i> menggunakan <i>Firebase</i> . Saran dapat menggunakan satu mikrokontroler supaya lebih efisien.
Ary Sulistyio Utomo, Erda Hermono Puspo Negoro dan Mohamad Sofie	2019	Monitoring <i>Heart Rate</i> dan Saturasi Oksigen Melalui <i>Smartphone</i>	Sensor yang digunakan MAX30100 dengan mikrokontroler Arduino nano dan ESP01, data ditampilkan melalui <i>blynk</i> . Bisa di kembangkan dengan menambahkan pengukuran suhu tubuh.

Pada tabel 2.1 merupakan rangkuman dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, sehingga dilakukan pengembangan dengan menggunakan sensor MLX90614 untuk mengukur suhu tubuh dan sensor MAX30100 untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen dengan *output* ditampilkan ke layar LCD dan dikirim ke telegram.

2.2 DASAR TEORI

Pada dasar teori berisi penjelasan mengenai konsep dasar dan teori-teori relevan dengan topik penelitian yang bertujuan untuk memberikan landasan teoritis yang kuat bagi penelitian.

2.2.1 TANDA VITAL

Tanda vital merupakan ukuran objektif dari fungsi fisiologis dalam tubuh manusia. Tanda vital meliputi suhu tubuh, denyut nadi, tekanan darah, laju pernapasan dan saturasi oksigen dalam darah. Pemeriksaan tanda vital dilakukan untuk memberikan gambaran awal tentang kondisi kesehatan seseorang, membantu dalam diagnosis penyakit serta merencanakan perawatan medis. Suhu tubuh merupakan komponen penting disebabkan perubahan suhu tubuh bisa menjadi indikasi adanya infeksi atau masalah pada pengaturan suhu tubuh. Pemeriksaan denyut nadi juga penting untuk memantau kondisi sistem kardiovaskular pasien, karena denyut nadi mencerminkan jumlah detak jantung per menit. Selanjutnya pemeriksaan tekanan darah dilakukan untuk menilai aliran darah dalam tubuh. Perubahan dalam frekuensi pernapasan dapat menunjukkan adanya masalah pernapasan. Frekuensi pernapasan bisa meningkat karena berbagai kondisi seperti demam, penyakit atau kondisi medis lainnya. Selanjutnya pengukuran saturasi oksigen penting untuk mengetahui sejauh mana oksigen disalurkan ke jaringan tubuh, hal ini penting untuk menilai fungsi paru-paru dan sirkulasi darah [22].

2.2.2 LANSIA

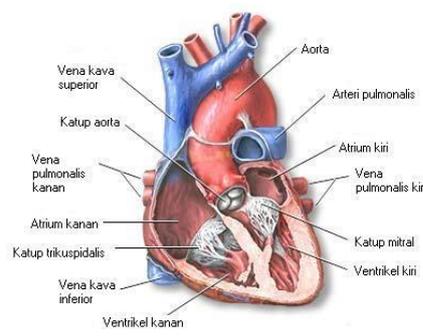
Lansia adalah individu yang telah mencapai usia 60 tahun ke atas dan termasuk dalam kategori kelompok usia yang sudah berada pada tahap akhir kehidupan. Proses penuaan berdampak pada perubahan dalam berbagai aspek,

mulai dari fisik, psikologis hingga spiritual. Semakin bertambahnya usia seseorang, semakin signifikan pula perubahan yang terjadi pada lanjut usia [23].

Lansia sering dikaitkan dengan berbagai penurunan kondisi kesehatan, terutama status kesehatan fisik. Penurunan status kesehatan pada lansia seiring bertambahnya usia akan mempengaruhi kualitas hidup mereka. Dengan bertambahnya usia, berbagai penyakit, penurunan fungsi tubuh, masalah keseimbangan dan risiko jatuh menjadi lebih umum. Dalam menghadapi pertambahan jumlah populasi lansia, terdapat sejumlah masalah yang mereka hadapi, seperti akses terbatas terhadap pendidikan dan layanan kesehatan, kurangnya jaminan hari tua, kekurangan dukungan sosial dari keluarga atau teman dalam merawat mereka serta kurangnya latihan fisik [24].

2.2.3 DETAK JANTUNG

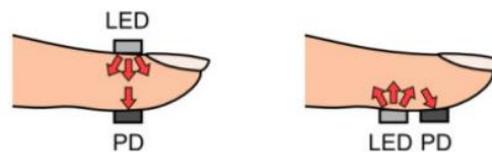
Jantung adalah organ tubuh yang bertugas memompa darah ke seluruh tubuh. Darah mengalir melalui pembuluh darah dengan irama yang teratur dan dapat dirasakan sebagai denyut nadi. Detak jantung akan rendah apabila sedang dalam keadaan istirahat atau tidak beraktifitas dan detak jantung akan tinggi ketika sedang beraktifitas seperti olahraga. Beberapa faktor yang mempengaruhi detak jantung antara lain usia, jenis kelamin, kondisi psikis serta riwayat kesehatan. Pada saat menjalani operasi, detak jantung menjadi informasi penting terkait kegiatan jantung, pembuluh darah serta sirkulasi. Detak jantung yang cepat dapat mengindikasikan terjadinya penyumbatan atau dehidrasi pada pasien.



Gambar 2.1 Anatomi Fisiologi Jantung

Pada gambar 2.1 merupakan anatomi fisiologi jantung yang menggambarkan bagaimana jantung berfungsi sebagai pompa ganda. Sisi kanan

jantung memompa darah ke paru-paru untuk mengambil oksigen, sedangkan sisi kiri jantung memompa darah yang kaya oksigen ke seluruh tubuh. Ada dua klasifikasi untuk denyut jantung yang tidak sehat, yakni bradikardia dan takikardia. Bradikardia merujuk pada denyut jantung kurang dari 60 kali per menit. Bradikardia dapat mengganggu distribusi darah ke seluruh tubuh dan dalam kasus yang parah dapat menyebabkan kematian. Sementara itu, takikardia adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan denyut jantung melebihi 100 bpm. Takikardia dapat mengakibatkan denyut jantung mempunyai ritme yang tidak normal dan dapat meningkatkan risiko serangan jantung [25].



Gambar 2.2 Transmisi PPG

Pada gambar 2.2 merupakan metode transmisi PPG untuk mendeteksi detak jantung melalui gelombang yang terjadi pada sistem kardiovaskular. Beberapa metode untuk mengukur detak jantung antara lain metode elektrokardiogram (EKG), fotoplethysmografi (PPG), fonokardiogram (PCG) dan auskultasi. PPG akan mendeteksi detak jantung dengan menggunakan metode fotoelektrik pada pembuluh darah di permukaan kulit. Pada metode PPG menggunakan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu yang dapat disesuaikan. Photodetektor mengubah intensitas pantulan cahaya menjadi informasi mengenai perubahan volume darah yang mengalir pada tubuh. Diode LED inframerah memancarkan cahaya ke permukaan kulit. Sebagian cahaya akan diserap oleh hemoglobin dalam darah, sementara sebagian lainnya akan dipantulkan dan diterima oleh photodetektor. Gelombang pantulan ini kemudian dibandingkan dengan sumber cahaya aslinya untuk mengukur jumlah dari intensitas cahaya yang diserap. Ketika jantung memompa darah, pembuluh darah akan berdenyut [26].

2.2.4 SATURASI OKSIGEN

Saturasi oksigen (SpO₂) merupakan pengukuran jumlah oksigen yang terikat dengan hemoglobin dalam darah. Rentang normal untuk saturasi oksigen adalah antara 95% hingga 100%. Jika SpO₂ berada di bawah 95%, tubuh dapat

mengalami kekurangan oksigen, yang dikenal sebagai hipoksemia. Hal ini dapat menyebabkan gejala seperti napas pendek atau sesak karena paru-paru berusaha meningkatkan kadar oksigen dalam darah. Detak jantung yang lebih cepat juga dapat terjadi sebagai respons jantung untuk membantu memompa oksigen ke seluruh tubuh. Kekurangan oksigen dalam darah juga bisa menyebabkan pernapasan yang tidak teratur. Selain itu, kurangnya oksigen dapat menyebabkan nyeri dada dan sakit kepala. Jika hipoksia menjadi lebih parah, dapat terjadi gangguan fungsi otak yang menyebabkan disorientasi, penurunan detak jantung dan tekanan darah yang memungkinkan terjadinya koma atau kematian [27].

2.2.5 SUHU TUBUH

Suhu tubuh mencerminkan kemampuan tubuh dalam menghasilkan dan menghilangkan panas, dan dipengaruhi oleh faktor seperti suhu lingkungan dan kondisi kesehatan. Suhu tubuh seseorang dapat bervariasi tergantung pada aktivitas dan kondisi tubuh. Suhu normal lansia yang berusia 60 tahun ke atas biasanya berkisar antara 35°C hingga 36,9°C. Suhu tubuh di bawah 35°C disebut hipotermia, yang berbahaya karena dapat mengganggu aliran darah, pernapasan, dan fungsi organ vital seperti otak dan jantung. Paparan suhu atau cuaca dingin adalah salah satu faktor yang dapat menyebabkan kondisi ini. Hipotermia membutuhkan penanganan segera karena dapat menyebabkan kerusakan organ yang serius atau bahkan kematian jika tidak ditangani dengan benar. Sementara itu, suhu tubuh di atas 36,9°C disebut hipertermia. Hipertermia terjadi ketika mekanisme pengaturan suhu tubuh gagal dan menyebabkan kenaikan suhu tubuh tidak terkontrol. Kondisi ini dapat mengakibatkan dehidrasi dan kerusakan permanen pada organ tubuh [28].

2.2.6 NODEMCU ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang terintegrasi dengan modul *wifi* dan *bluetooth*. ESP32 adalah *chip* yang dibuat oleh *Espressif System* dengan bantuan perusahaan semikonduktor TSMC, menggunakan teknologi *ultra-low power* 40 nm. ESP32 dirancang untuk memiliki konsumsi daya yang rendah namun memiliki performa *radio frequency* (RF) yang tinggi. *Chip* ini dapat digunakan untuk berbagai macam implementasi dan memiliki fitur-fitur unggulan, seperti hemat daya dan mudah diintegrasikan dengan modul-modul eksternal [29].



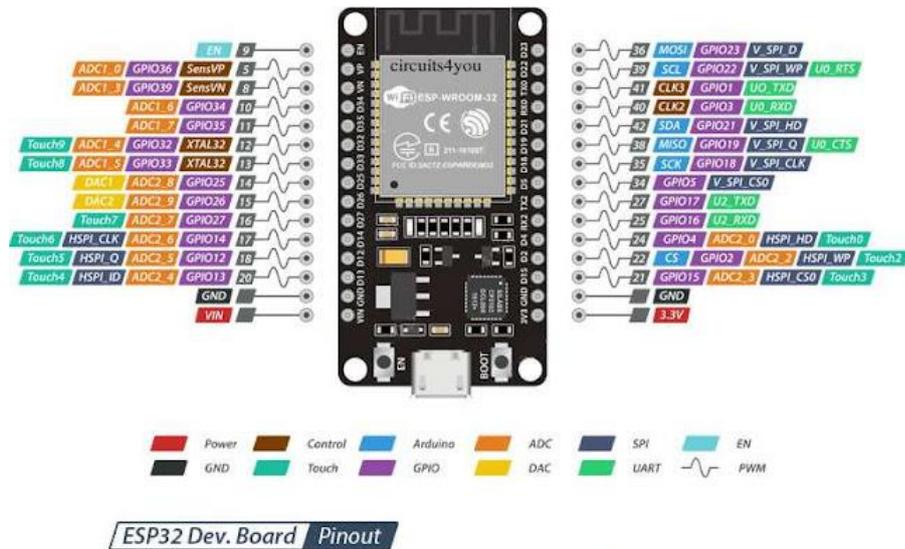
Gambar 2.3 NodeMCU ESP32

Pada gambar 2.3 merupakan modul ESP32 yang populer digunakan dalam proyek IoT seperti *smart home*, sistem pemantauan lingkungan dan pemantauan kesehatan karena kemampuannya untuk terhubung dengan jaringan internet dan mengirimkan data secara *real-time* dengan spesifikasi seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi NodeMCU ESP32

Spesifikasi	ESP32
<i>Operating voltage</i>	3,3V
<i>Input voltage</i>	7-12V (V_{in})
Digital IO Pin (DIO)	25
Analog Input Pin (ADC)	15
Analog <i>Output</i> Pin (DAC)	2
UART	3
SPI	2
I2C	3
<i>Flash Memory</i>	4 MB
SRAM	520 KB
<i>Clock Speed</i>	240 Mhz
<i>WiFi</i>	IEEE 802.11 b/g/n/e/i
<i>Mode supported</i>	AP, STA, AP+STA

Pada tabel 2.2 mengenai spesifikasi NodeMCU ESP32 yang beroperasi pada tegangan 3.3V dan dapat menerima input tegangan hingga 12V. ESP32 dilengkapi dengan 25 pin digital *input/output* yang fleksibel untuk berbagai aplikasi. Modul ini juga menyediakan 15 pin analog *input* untuk membaca sensor analog dan 2 pin analog *output* untuk mengontrol perangkat aktuator. NodeMCU ESP32 mendukung berbagai protokol komunikasi seperti UART, SPI, dan I2C, serta dilengkapi dengan *memory flash* sebesar 4MB dan SRAM 520KB untuk menyimpan data dan program. Dengan kecepatan *clock* 240 MHz, ESP32 mampu memproses data dengan cepat dan efisien.



Gambar 2.4 Pin NodeMCU ESP32

Pada gambar 2.4 merupakan pin NodeMCU ESP32 yang menunjukkan bahwa modul ESP32 memiliki banyak pin GPIO yang dapat dikonfigurasi sebagai *input* digital, *output* digital, atau pin analog. Hal ini memungkinkan modul ini untuk berinteraksi dengan berbagai jenis perangkat eksternal.

2.2.7 SENSOR MLX90614

Sensor MLX90614 adalah sensor yang menggunakan gelombang inframerah untuk mengukur suhu tubuh. Sensor ini dirancang secara otomatis untuk mengkalibrasi energi radiasi inframerah sesuai dengan skala suhu. Komponen-komponen yang terdapat dalam sensor MLX90614 termasuk detektor *thermopile* inframerah MLX81101 dan sirkuit penyesuaian sinyal ASSP MLX90302. Detektor *thermopile* inframerah terdiri dari membran yang mengandung banyak termokopel, yang berfungsi untuk menangkap radiasi inframerah dari objek yang diukur [30].



Gambar 2.5 Sensor MLX90614

Pada gambar 2.5 merupakan sensor MLX90614 dengan pin-pin koneksi yaitu VIN, GND, SCL, dan SDA. Pin SCL dan SDA. Pin VIN menyediakan suplai daya, GND menghubungkan ke *ground*, pin SCL dan pin SDA digunakan untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler yang terhubung melalui protokol I2C, yang memungkinkan transfer data menjadi lebih efisien dan cepat, dengan spesifikasi lebih detail pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spesifikasi MLX90614

Nama	Spesifikasi
<i>Power Supply</i>	3V
<i>Respon time</i>	0,15s
<i>Output PWM</i>	Disesuaikan
<i>Wake up time</i>	80ms
Antarmuka	I2C

Pada tabel 2.3 mengenai spesifikasi dari MLX90614 dengan suplai daya 3V dan waktu tunda sensor sebesar 150 milidetik sebelum memberikan data pengukuran. Sensor ini menghasilkan sinyal PWM yang dapat dikonfigurasi sesuai kebutuhan. Selain itu, waktu yang diperlukan sensor untuk keluar dari mode hemat daya 80 milidetik, menjadikannya efisien dalam penggunaan energi.

2.2.8 SENSOR MAX30100

Sensor MAX30100 adalah kombinasi dari *pulse oximetry* yang dapat memantau sinyal detak jantung dan kadar oksigen dalam darah. Sensor ini memiliki dua LED dan satu fotodetektor. Cara kerjanya dengan memanfaatkan sifat hemoglobin yang menyerap cahaya dan denyut pada aliran darah alami di arteri untuk mengukur saturasi oksigen. Alat yang disebut *probe* dilengkapi dengan sumber cahaya, pendeteksi cahaya dan mikroprosesor untuk membandingkan dan menghitung perbedaan antara hemoglobin yang banyak oksigen dan yang kurang oksigen. MAX30100 bekerja dengan mengirimkan cahaya inframerah melalui jaringan tubuh. Hemoglobin yang teroksigenasi dan yang tidak teroksigenasi menyerap panjang gelombang cahaya yang berbeda. Fotodetektor kemudian mengukur intensitas cahaya yang diterima setelah melewati jaringan tubuh. Dengan membandingkan intensitas cahaya merah dan inframerah yang diterima maka mikroprosesor dapat menghitung kadar oksigen dan detak jantung [31].



Gambar 2.6 Sensor MAX30100

Pada gambar 2.6 merupakan sensor MAX30100 yang memiliki komponen utama berupa LED inframerah dan fotodioda. Komponen-komponen ini bekerja untuk mengukur perubahan volume darah dalam pembuluh darah kecil. Modul sensor ini memiliki pin-pin koneksi yaitu VIN, GND, SCL, SDA, INT, IRD, dan RD. Pin-pin ini digunakan sensor untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler.

Tabel 2.4 Spesifikasi MAX30100

Nama	Spesifikasi
VIN	<i>Input power supply (3,3 V)</i>
SCL	<i>I²C clock input</i>
SDA	<i>IC clock data (open drain)</i>
INT	<i>Analog input</i>
IRD	<i>Infrared driver</i>
RD	<i>LED red driver</i>
GND	<i>GROUND</i>

Pada tabel 2.4 mengenai spesifikasi dari MAX30100 yang beroperasi pada tegangan *supply* 3,3V. Sinyal *clock* untuk komunikasi I2C pada modul MAX30100 diberikan melalui pin SCL, sedangkan data dikirimkan melalui pin SDA yang memiliki konfigurasi *open-drain*. Pin INT pada modul MAX30100 berfungsi sebagai *input* analog yang digunakan untuk menangkap sinyal fotodioda. Pin IRD dan RD pada modul MAX30100 masing-masing mengontrol intensitas LED inframerah dan LED merah, yang digunakan untuk mengukur tingkat oksigen dalam darah.

2.2.9 LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah jenis tampilan elektronik yang menggunakan teknologi logika CMOS. Berbeda dengan layar yang menghasilkan cahaya sendiri, LCD memantulkan cahaya di sekitarnya atau meneruskan cahaya

dari belakang. LCD berperan sebagai penampil data dalam bentuk karakter, huruf, angka, dan grafik. Material yang digunakan LCD adalah campuran organik yang terdiri dari lapisan kaca bening dengan elektroda transparan [32].



Gambar 2.7 LCD 16x2

Pada gambar 2.7 merupakan tampilan LCD yang dapat muncul dalam bentuk tampilan *seven-segment* atau sebagai lapisan elektroda di balik kaca. Fungsinya adalah untuk menampilkan informasi seperti ukuran atau angka tertentu, yang dapat dilihat dan dibaca melalui layar kristalnya.

Tabel 2.5 Spesifikasi LCD 16x2

Pin	Keterangan
1	<i>Ground (-)</i>
2	VCC (+)
3	Mengatur kontras atau pencahayaan
4	Register <i>select</i>
5	<i>Read/write</i> LCD register
6	<i>Enable</i>
7-14	Data I/O (<i>input output</i>)
15	VCC (+) LED
16	<i>Ground (-)</i> LED

Pada tabel 2.5 mengenai spesifikasi dari LCD 16x2, setiap pin memiliki fungsi spesifik, mulai dari penyediaan daya (VCC), *ground*, hingga pengaturan kontras dan pemilihan register. Pin data 7-14 digunakan untuk mengirim data yang akan ditampilkan pada LCD, sementara pin *enable* digunakan untuk mengontrol waktu pembacaan dan penulisan data.

2.2.10 INTERNET OF THINGS

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang memungkinkan interaksi, komunikasi dan kolaborasi antara berbagai perangkat keras melalui internet. IoT merupakan hasil dari evolusi dan transformasi teknologi informasi dan jaringan.

Selain sebagai alat untuk pengendalian jarak jauh, IoT juga melibatkan pertukaran data, virtualisasi objek fisik ke dalam bentuk yang dapat diakses melalui internet, serta berbagai aspek lainnya.

Kevin Ashton, seorang inovator teknologi asal Inggris, pertama kali mengusulkan konsep IoT pada tahun 1999 ketika ia bekerja di *Auto-ID Center* di *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Ashton menyampaikan gagasan bahwa objek atau benda dapat terhubung dengan internet melalui sensor yang tertanam di dalamnya, memungkinkannya berkomunikasi dan terkoneksi dengan perangkat lain. Meskipun pada saat itu konsep IoT belum mendapat banyak perhatian dan belum ada teknologi yang mendukung secara penuh, pada awal tahun 2000-an, perkembangan teknologi sensor dan jaringan nirkabel mulai mengimplementasikan IoT. Seiring berjalannya waktu, minat perusahaan dan pengembang terhadap IoT semakin meningkat, sehingga konsep ini terus berkembang dan menjadi sangat penting dalam era digital saat ini [33].

2.2.11 TELEGRAM

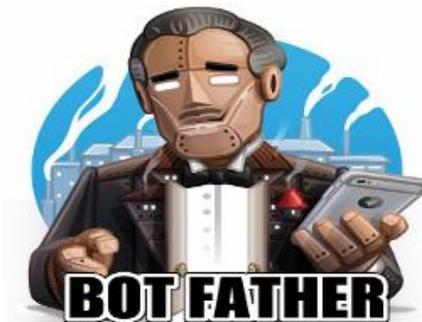
Telegram *Messenger* adalah sebuah aplikasi pesan *chat* yang mirip dengan WhatsApp dan *BlackBerry Messenger* (BBM). Aplikasi ini menggunakan protokol *MTPProto* yang telah diuji dengan tingkat keamanan tinggi karena mendukung enkripsi *end-to-end*. Seperti aplikasi sejenis lainnya, telegram *messenger* memfasilitasi pengguna untuk berkomunikasi dengan mengirim pesan, berbagi foto, video serta berbagi lokasi antara satu sama lain.

Keunggulan Fitur Telegram:

1. Fitur berbasis *cloud* pada telegram memungkinkan data pengguna disimpan di *cloud*, mengurangi beban penyimpanan pada perangkat pengguna serta mengurangi risiko kehilangan data akibat masalah pada perangkat.
2. Telegram tersedia untuk berbagai perangkat dan sistem operasi, termasuk *smartphone* (Android, *Windows Phone*, iOS untuk *iPhone/iPad*), komputer, dan tablet. Pengguna juga dapat dengan mudah beralih antar perangkat berkat fitur berbasis *cloud*.
3. Telegram dapat digunakan secara gratis tanpa biaya, tanpa adanya iklan yang mengganggu pengalaman pengguna.

4. Pesan di telegram dienkripsi secara aman, menjaga keamanan dan privasi pengguna baik dalam konteks pribadi maupun bisnis.
5. Telegram memungkinkan pengiriman pesan, stiker, gambar, audio, video serta berbagai jenis data lainnya seperti dokumen, file zip, dan file musik (mp3).

Bot merupakan singkatan dari robot yaitu program komputer yang berfungsi sebagai agen untuk pengguna atau program lainnya. Di internet, bot yang paling umum adalah program seperti *spider* atau *crawler* yang digunakan untuk mengakses situs web dan mengumpulkan konten untuk diindeks oleh mesin pencari. Telegram adalah perangkat lunak pengolah pesan yang terkenal karena kecepatan dan keamanannya dan tersedia secara gratis. Secara sederhana, telegram dapat dianggap sebagai kombinasi antara SMS dan email. Salah satu fitur unik telegram adalah kemampuannya untuk membuat bot. Dalam penggunaannya, pengembang tidak perlu repot untuk mengetahui protokol enkripsi *telegram* karena hal tersebut akan ditangani oleh API telegram. API telegram berupa sebuah kode otentikasi yang disebut token. Token tersebut didapatkan ketika telah melakukan pendaftaran akun pada telegram [34].



Gambar 2.8 Logo Bot Father

Pada gambar 2.8 merupakan logo dari bot father yang pada implementasinya pengembang hanya memerlukan token sebagai syarat untuk menggunakan telegram bot. Pada telegram bot API tersedia beberapa metode dalam pengiriman pesan yaitu *getMe*, *sendMessage*, *sendDocument*, *sendPhoto* dan lain-lain. Setiap metode tersebut harus memiliki parameter *chat_id* yang mendefinisikan identitas target obrolan. Bot telegram dapat berperan seperti akun manusia yaitu dapat mengirim dan menerima pesan. Pembuatan bot telegram dilakukan dengan mendaftarkan bot melalui *@botfather* di dalam aplikasi telegram.

2.2.12 HTTPS

Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS) merupakan protokol komunikasi antara pengguna dan server yang lebih aman dibandingkan dengan *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). HTTPS juga menggunakan TCP (*Transmission Control Protocol*) ketika mengirim dan menerima data melalui *port* 443 dengan koneksi yang dienkripsi oleh SSL/TLS (*Transport Layer Security*). Perbedaan utama antara HTTP dan HTTPS terletak pada aspek keamanannya, di mana HTTPS lebih aman dibandingkan dengan HTTP [35].

2.2.13 Delay

Delay merupakan waktu yang diperlukan oleh data untuk mencapai tujuan dari titik awalnya. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi *delay* meliputi jarak yang harus dilalui oleh data, jenis media fisik yang digunakan untuk mentransmisikan data, tingkat kongesti dalam jaringan yang dapat memperlambat laju data dan waktu yang dibutuhkan untuk proses pengolahan data yang mungkin memakan waktu yang lama di beberapa titik dalam perjalanan data tersebut [36].