

**ALAT PENDETEKSI DETAK JANTUNG DAN KADAR OKSIGEN
DALAM DARAH GUNA MENGETAHUI RESIKO HIPERTENSI
UNTUK MENCEGAH PENYAKIT JANTUNG PADA MANUSIA
DENGAN MODUL MAX30102 BERBASIS *INTERNET OF
THINGS (IoT)* DENGAN TAMPILAN *WEBSITE***

Skripsi

Oleh

**Eka Fadhilah Irawan
1917041024**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

ALAT PENDETEKSI DETAK JANTUNG DAN KADAR OKSIGEN DALAM DARAH GUNA MENGETAHUI RESIKO HIPERTENSI UNTUK MENCEGAH PENYAKIT JANTUNG PADA MANUSIA DENGAN MODUL MAX30102 BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)* DENGAN TAMPILAN *WEBSITE*

Oleh

EKA FADHILAH IRAWAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi nilai detak jantung dan kadar oksigen dalam darah menggunakan modul MAX30102, guna mengetahui resiko hipertensi untuk mencegah penyakit jantung berbasis *internet of things (IoT)* dengan tampilan *website*. Alat ini dilengkapi mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan jaringan *Wi-Fi*, untuk memudahkan menampilkan *output* pada *website*. Penelitian ini mengidentifikasi adanya resiko hipertensi untuk pencegahan awal penyakit jantung dengan mengetahui jumlah detak jantung dan kadar oksigen dalam darah. Apabila nilai detak jantung berkisar antara 60-100 bpm dan nilai kadar oksigen berkisar antara 95%-100% maka kesehatan manusia terindikasi “Normal”, jika nilai detak jantung >100 bpm dan saturasi oksigen <95% maka kesehatan manusia terindikasi “Hipertensi”, jika rentang nilai detak jantung dan saturasi oksigen tidak diantara kedua kemungkinan tersebut, maka kesehatan manusia terindikasi “Tidak Normal”. Alat yang telah dirancang mendapatkan hasil pengujian presisi alat sebesar 97% untuk pendeteksi detak jantung dan 97,6% untuk pendeteksi kadar oksigen. Sedangkan, pengujian akurasi alat didapatkan nilai sebesar 96,8% untuk pendeteksi detak jantung dan 97,1% untuk pendeteksi kadar oksigen.

Kata kunci : Hipertensi, Penyakit Jantung, MAX30102, *Internet of Things*.

ABSTRACT

HEART RATE DETECTION TOOL AND BLOOD OXYGEN CALCULATION TO KNOW THE RISK OF HYPERTENSION TO PREVENT HEART DISEASE IN HUMANS WITH INTERNET OF THINGS (IoT) BASED MAX30102 MODULE WITH WEBSITE DISPLAYS

By

EKA FADHILAH IRAWAN

This research aims to detect heart rate values and oxygen levels in the blood using the MAX30102 module, to determine the risk of hypertension to prevent heart disease based on the internet of things (IoT) with a website display. This tool is equipped with a NodeMCU ESP8266 microcontroller with a Wi-Fi network, to facilitate displaying the output on the website. This research identifies the risk of hypertension for early prevention of heart disease by knowing the number of heartbeats and oxygen levels in the blood. If the heart rate value ranges from 60-100 bpm and the oxygen level value ranges from 95%-100% then human health is indicated as "Normal", if the heart rate value is >100 bpm and oxygen saturation <95% then human health is indicated as "Hypertension", if the range of heart rate values and oxygen saturation is not between the two possibilities, then human health is indicated as "Abnormal". The tool that has been designed gets the results of testing the precision of the tool of 97% for detecting heart rate and 97.6% for detecting oxygen levels. Meanwhile, testing the accuracy of the tool obtained a value of 96.8% for detecting heart rate and 97.1% for detecting oxygen levels.

Key words : Hypertension, Heart Disease, MAX30102, Internet of Things.

**ALAT PENDETEKSI DETAK JANTUNG DAN KADAR OKSIGEN
DALAM DARAH GUNA MENGETAHUI RESIKO HIPERTENSI
UNTUK MENCEGAH PENYAKIT JANTUNG PADA MANUSIA
DENGAN MODUL MAX30102 BERBASIS *INTERNET OF
THINGS (IoT)* DENGAN TAMPILAN *WEBSITE***

Oleh

EKA FADHILAH IRAWAN

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi

: Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Kadar Oksigen dalam Darah Guna Mengetahui Resiko Hipertensi untuk Mencegah Penyakit Jantung pada Manusia dengan Modul MAX30102 Berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan Tampilan *Website*.

Nama Mahasiswa

: Eka Fadhilah Irawan

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1917041024

Jurusan

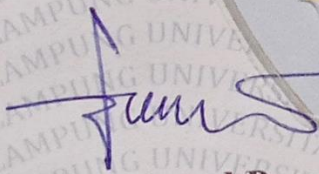
: Fisika

Fakultas

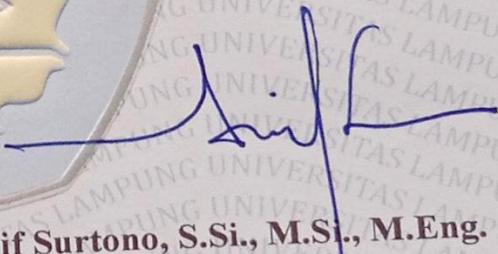
: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

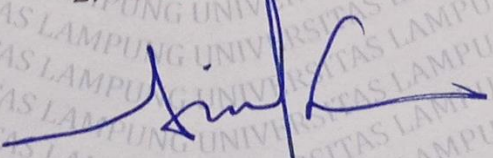

Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.

NIP. 19801010 200501 1002


Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.

NIP. 19710909 200012 1001

2. Ketua Jurusan Fisika

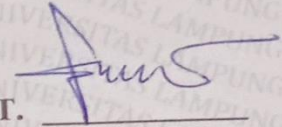

Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.

NIP. 19710909 200012 1001

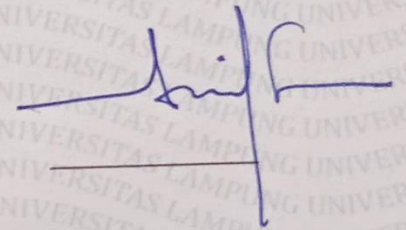
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

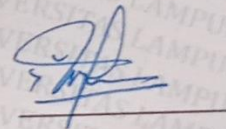
Ketua : **Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.**



Sekrestaris : **Arif Surtono, S.Si., M.Eng.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Sri Wahyu Suciyati, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **13 Desember 2024.**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila ada pernyataan saya yang tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 13 Desember 2024



Eka Fadhilah Irawan
NPM. 1917041024

RIWAYAT HIDUP



Eka Fadhilah Irawan lahir di Bandar Lampung pada tanggal 21 Agustus 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Budi Irawan dan Ibu Wiliana. Penulis memulai pendidikan Sekolah Dasar di SDN 2 Gedong Air tahun 2007 sampai 2013, kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 13 Bandar Lampung tahun 2013 sampai 2016. Penulis melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Perintis 2 Bandar Lampung tahun 2016 sampai 2019, dan sangat aktif dalam Ekstrakurikuler *English Club* dan OSIS sehingga di amanahkan sebagai Wakil Ketua OSIS SMA Perintis 2 Bandar Lampung Tahun 2017/2018. Penulis terdaftar sebagai mahasiwa Jurusan Fisika FMIPA Unila melalui Jalur SNMPTN tahun 2019.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif sebagai pengurus organisasi Himpunan Mahasiswa Fisika (Himafi) bidang Kaderisasi dan Kominfo pada tahun 2019 sampai 2021 dan di amanahkan sebagai Ketua Pelaksana FISIKA EXPO XX tahun 2021. Selain itu, penulis aktif dalam kepanitian di Fakultas yaitu PANSUS atau Panitia Khusus dan mengikuti organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FMIPA pada tahun 2021 sampai 2022. Penulis menempuh kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Dinas Bina Marga dan Bina Kontruksi Provinsi Lampung dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Argopeni, Sumber Rejo Tanggamus pada tahun 2022. Dalam bidang kepenulisan ilmiah, penulis memiliki pengalaman meulis laporan PKL dengan judul **“Kondisi Pemantapan Jalan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi Provinsi Lampung“**.

MOTTO

“Angin tidak berhembus untuk menggoyahkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya”

-Ali bin Abi Thalib-

“Berdamailah dengan segala hal yang tidak dapat kita ubah, karena Ikhlas akan selalu menjadi ending terbaik dari semuanya”

-Ruang Hijrah-

“If you fall a thousand times, you can stand a million times”

-Eka Fadhilah Irawan-

PERSEMBAHAN

Dengan Penuh Rasa Syukur Kepada Allah Subhanahu Wa ta'ala, karya ini
dipersembahkan kepada:

Kedua Orang Tuaku

Bapak Budi Irawan & Ibu Wiliana

Terimakasih untuk segala do'a dan usaha terbaik yang sudah selalu diberikkan
demi kesuksesan dan kelancaran putrinya hingga dapat menyelesaikan Pendidikan
d tingkat Universitas sebagai sarjana

Adik Muhammad Rafi Irawan

Terimakasih atas segala dukungan yang telah diberikan sehingga dapat bertahan
dalam keadaan suka dan duka

Keluarga Besar & Teman-teman

Terimakasih atas segala dukungan dan motivasi yang telah diberikan sehingga
penulis dapat sampai diposisi sekarang.

Almamater tercinta

UNIVERSITAS LAMPUNG

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Kadar Oksigen dalam Darah Guna Mengetahui Resiko Hipertensi untuk Mencegah Penyakit Jantung pada Manusia dengan Modul MAX30102 Berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan Tampilan *Website***”. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kesalahan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bukan hanya untuk penulis, tapi juga untuk para pembaca.

Bandar Lampung, 13 Desember 2024
Penulis,

Eka Fadhilah Irawan

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas karunia yang telah dilimpahkan oleh Allah Subhanahu wa ta'ala sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Kadar Oksigen dalam Darah Guna Mengetahui Resiko Hipertensi untuk Mencegah Penyakit Jantung pada Manusia dengan Modul MAX30102 Berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan Tampilan *Website*”**. Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, diantaranya:

1. Bapak Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya dalam penulisan skripsi.
2. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan ilmu, waktu, tenaga, dan motivasi dalam penelitian dan penulisan skripsi.
3. Ibu Dr. Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan masukan sehingga penulisan skripsi ini dapat lebih baik.
4. Ibu Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingannya selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
5. Seluruh Dosen Jurusan Fisika atas segala ilmu yang telah diberikan selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
6. Orang tua Bapak Budi Irawan, Ibu Wiliana dan Adik Rafi yang senantiasa memberikan doa, semangat, motivasi, pengorbanan, nasihat serta kasih sayang kepada penulis.
7. Shyntia Wina Gusmayda sebagai teman terbaik yang selalu menemani penulis dalam mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir.

8. Teman-teman terbaik semasa sekolah, Helvi, Sindi, Yulita, Dita, Riska, Lulu, Safira, Nina, Ana, Ani, Munif, Misbah dan Lingga yang telah memberikan canda tawa, motivasi dan semangat kepada penulis.
9. Teman-teman terbaik semasa perkuliahan, Lauren, Michael, Winda, Atu Vivi, Khoirunisa, Bella, Rana, Tresna, Yuli, Silvi, Dewi, Brader Bakekok, Jihan, Bernitha, Kak Ines, Melinda dan seluruh Fisika Angkatan 2019/2020 yang telah menjadi *support system* kepada penulis.
10. Kepada seseorang yang saya temui di masa putih abu-abu, terimakasih untuk semua proses pendewasaan yang diberikan saat penyusunan skripsi yang sekarang bisa menjadi motivasi untuk penulis sehingga dapat membuktikan bahwa anda akan tetap menjadi alasan penulis untuk terus berproses menjadi pribadi yang lebih baik. *Day by day I training to accept disappointment even from the one I love*. Semoga apa yang akan datang, lebih baik dari yang sudah hilang. Sampai berjumpa di versi terbaik menurut takdir.
11. Teruntuk diri saya sendiri, terimakasih telah berjuang dan bertahan hingga sejauh ini dengan selamat. Sudah mencintai semua proses dengan berbagai kondisinya, tidak mengapa jika jalan ini sedikit tidak sesuai dengan semua harapan karena semua yang terjadi adalah hadiah terbaik dan terindah dari Allah. Dikemudian hari tetap lah melanjutkan hidup dengan terus beranjak dan berjalan maju.

Bandar Lampung, 13 Desember 2023

Penulis

Eka Fadhilah Irawan

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terkait.....	6
2.2 Teori Dasar	8
2.2.1 Tekanan Darah.....	8
2.2.2 Jantung	9
2.2.2.1 Detak Jantung	10
2.2.2.2 Suara Jantung.....	11
2.2.3 Kadar Oksigen	11
2.2.4 Photoplethysmograph (PPG)	12
2.2.5 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266	13
2.2.6 Sensor MAX30102	17
2.2.7 Arduino IDE	20

2.2.8	Sublime Text.....	21
2.2.9	JavaScript.....	22
2.2.10	Internet of Things (IoT).....	23
2.2.11	Website	25
2.2.12	MySQL (Structured Query Language)	25
2.2.13	Personal Home Page (PHP).....	27
III. METODE PENELITIAN		29
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
3.2	Alat dan Bahan.....	29
3.2	Prosedur Penelitian	30
3.4	Perancangan Perangkat	33
3.5	Pengujian Alat.....	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Realistis Keseluruhan Alat.....	41
4.2	Akurasi Alat.....	44
4.3	Presisi Alat.....	48
4.4	Data Hasil Kesehatan Detak Jantung dan Kadar Oksigen Manusia ...	50
4.5	Perancangan <i>Website</i>	51
4.5.1	Pembuatan <i>Website</i> Pendeteksi Detak Jantung dan Kadar Oksigen	52
4.5.2	Pembuatan dan Manajemen Server Database	54
4.5.2.1	Pengiriman Data Sensor ke Server Database.....	54
4.5.2.2	Pengiriman Data dari Server ke Website.....	56
4.6	Pengujian Sistem Monitoring pada Website.....	58
V. SIMPULAN DAN SARAN		61
5.1	Simpulan	61
5.2	Saran	61

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Fitur Mikrokontroler NodeMCU ESP8266.	15
Tabel 2.2. Fungsi Pin NodeMCU ESP8266.	16
Tabel 2.3. Deskripsi Fungsi Konfigurasi Pin Sensor MAX30100.	19
Tabel 3.1. Alat-alat Penelitian	29
Tabel 3.2. Bahan-bahan Penelitian	29
Tabel 3.3. Data Pengukuran Akurasi Alat Detak Jantung.	38
Tabel 3.4. Data Pengukuran Akurasi Alat Kadar Oksigen.	38
Tabel 3.5. Data Pengukuran Presisi Alat Detak Jantung.	39
Tabel 3.6. Data Pengukuran Presisi Alat Kadar Oksigen.	39
Tabel 3.7. Hasil Kesehatan Manusia	40
Tabel 4.1. Data Pengukuran Akurasi Alat Detak Jantung.	45
Tabel 4.2. Data Pengukuran Akurasi Alat Kadar Oksigen.	46
Tabel 4.3. Data Pengujian Presisi Alat Detak Jantung.....	48
Tabel 4.4. Data Pengujian Presisi Alat Kadar Oksigen	49
Tabel 4.5. Data Kesehatan Manusia.	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Jantung Normal Manusia (Guntur, 2019)	10
Gambar 2.2. Pola Sinyal PPG (Gitman, 2020).	12
Gambar 2.3 Mode Refleksi dan Mode Transmisi.	13
Gambar 2.4. Diagram Blok ESP8266 (ESP8266 Datasheet, 2015).	14
Gambar 2.5. Penempatan Pin NodeMCU ESP8266 (ESP8266 Datasheet, 2015).	15
Gambar 2.6. Modul MAX30102 (Maxim Integrated, 2015).	17
Gambar 2.7. Konfigurasi Pin Modul MAX30102 (Maxim Integrated, 2015).	18
Gambar 2.8. Diagram Fungsional Modul MAX30102 (Maxim Integrated, 2015).	19
Gambar 2.9. Tampilan Arduino IDE (Manual, 2022).....	21
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.	31
Gambar 3.2. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266.....	34
Gambar 3.3. Sensor MAX30102.	34
Gambar 3.4. Diagram Blok Sitem.	35
Gambar 3.5. Perancangan Hardware	35
Gambar 3.6. Rancangan Software.	37
Gambar 3.7. Grafik Perbandingan Nilai Sensor dan Pulse Oxymeter.	40
Gambar 4.1. Tampilan Keseluruhan Alat	41
Gambar 4.2. Tampilan Dalam Alat Detak Jantung dan Kadar Oksigen.	42
Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Nilai Detak Jantung.	47
Gambar 4.4. Grafik Perbandingan Nilai Kadar Oksigen.	47

Gambar 4.5. Tampilan Website Nilai Detak Jantung dan Saturasi Oksigen.	51
Gambar 4.6. Tampilan Android Nilai Detak Jantung dan Saturasi Oksigen.	52
Gambar 4.7. Pengujian Server Database Website Detak Jantung.	59
Gambar 4.8. Pengujian Server Database Website Kadar Oksigen.	59
Gambar 4.9. Tampilan Nilai dan Status Kesehatan Manusia pada Website.	60

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit kardiovaskular atau penyakit pada jantung adalah faktor kematian terbesar di dunia. Pada tahun 2016 *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa 37% penyebab kematian di seluruh dunia terjadi karena penyakit kardiovaskular. Berdasarkan data yang dikeluarkan WHO, kematian akibat penyakit kardiovaskular tersebut sebagian besar disebabkan oleh Penyakit Jantung Koroner (PJK). Penyakit jantung koroner di Indonesia merupakan masalah utama penyebab kematian. Survei yang didapatkan pada 2014 oleh *Sampel Registration System* (SRS), menyebutkan bahwa 12,9% penyebab kematian di Indonesia adalah penyakit jantung koroner. Hipertensi atau tekanan darah tinggi memiliki kontribusi yang sangat besar terhadap penyebab terjadinya penyakit jantung koroner (Nabila dan Nuri, 2022).

Penyakit jantung koroner terjadi karena sumbatan pada pembuluh darah koroner, sehingga aliran darah ke otot jantung terganggu dan menyebabkan pasokan oksigen yang menuju ke arah jantung berkurang. Hal ini akan menyebabkan rasa nyeri pada dada yang sering disebut sebagai serangan jantung. Pasokan kadar oksigen pada jantung sangat berperan penting untuk mengetahui penyebab terjadinya penyakit kardiovaskular. Selain itu, hipertensi atau tekanan darah tinggi juga memiliki kontribusi sangat besar terhadap penyebab terjadinya penyakit jantung. Proses terjadinya hipertensi dipengaruhi oleh volume serta resistensi perifer pada tekanan darah yang mengalami peningkatan secara tidak normal. Menurut data dari *World Health Organization* (WHO), sebanyak 1,13 milyar orang di dunia menderita hipertensi. Prevalensi penderita hipertensi yang terjadi di Indonesia sebesar 34,11% pada tahun 2018 menurut data Riset Kesehatan Dasar (Zulfa dkk., 2022).

Hasil penelitian Lim dan Julianto (2021) menunjukkan bahwa, terdapat hubungan yang sangat relevan antara hipertensi dan penyakit jantung koroner. Tekanan darah mengalami suatu proses yang diatur oleh sistem saraf pusat simpatis. Pada sistem saraf pusat simpatis, terjadi peningkatan pada aliran simpatik oleh *Reactive Oxygen Species* (ROS), peningkatan ini akan menyebabkan respon inflamasi tekanan darah yang juga meningkat. Apabila terjadi peningkatan secara signifikan, maka akan menyebabkan perubahan struktur di dalam arteri, sehingga muncul diagnosa hipertensi. Jika hipertensi terjadi secara terus menerus arteri akan mengalami pengerasan akibat pengendapan lemak pada dinding, dan mempersempit pembuluh darah sehingga aliran darah akan terhalang. Jika pembuluh darah arteri terkena dan mengalami kerusakan, maka akan menyebabkan terjadi penyakit jantung koroner.

Permasalahan hipertensi dan penyakit jantung koroner yang sangat tinggi harus segera mendapatkan penanganan serta diminimalisir dengan langkah awal yaitu mengenali gejala-gejalanya. Oleh karena itu, untuk mengetahui apakah seseorang mengidap hipertensi dan penyakit jantung maka perlu dilakukan pemantauan kesehatan. Langkah awal untuk mengetahui gejala terjadinya hipertensi dan penyakit jantung dengan mengetahui jumlah detak pada jantung dan jumlah kadar oksigen dalam darah (Susanti, 2023). Jumlah detak jantung dan jumlah kadar oksigen dalam darah saling berkaitan untuk mengetahui manusia mengidap hipertensi. Detak jantung yang tinggi sering menjadi indikasi peningkatan aktivitas sistem saraf simpatis, yang juga terkait dengan hipertensi. Apabila tubuh kekurangan oksigen dapat menyebabkan hipertensi pulmonal yang meningkatkan tekanan darah di pembuluh darah yang dapat memperburuk kondisi kardiovaskular. Apabila kadar oksigen dalam darah berkurang dan jumlah detak jantung meningkat maka kemungkinan terjadinya resiko hipertensi sangat besar, maka resiko terjadinya penyakit jantung juga sangat besar (Guyenet dan Bayliss, 2015).

Proses pendeteksi kesehatan detak jantung dan kadar oksigen dapat dilakukan dengan metode *Photolethysmography* (PPG), dengan memanfaatkan sensor *infrared* yang dapat mendeteksi fluktuasi aliran darah pada jari tangan (telunjuk) dan cahaya akan ditanggapi oleh *photodiode* sebagai *receiver*, sehingga nilai detak

jantung dan kadar oksigen terbaca (Anugrah, 2016). Nilai dari detak jantung dinyatakan dengan BPM (*beats per minute*) dan untuk kadar oksigen dinyatakan dengan persen (%). Beberapa penelitian mengenai, alat monitoring detak jantung dan kadar oksigen telah dilakukan oleh beberapa peneliti.

Penelitian yang dilakukan oleh Adrian Mohamad Aldi, dkk., (2021) menyatakan bahwa penelitian ini merancang sebuah alat untuk mengukur detak jantung dan kadar oksigen menggunakan sensor MAX30102 dengan mikrokontroler arduino uno sebagai perekam nilai yang akan divisualisasikan melalui LCD dan mikrokontroler ESP8266 sebagai perekam nilai yang akan divisualisasikan melalui aplikasi *blynk*. Pengujian dilakukan dengan melakukan perbandingan antara alat ukur digital *oximetry* dan alat ukur yang telah dirancang, sehingga mendapatkan tingkat akurasi alat sebesar 95,12% untuk nilai detak jantung dan 98,78% untuk nilai saturasi oksigen. Selanjutnya, penelitian oleh Sugiarto dan Herdiansyah (2022) dengan merancang alat pendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah untuk mengetahui penyakit gangguan kerja dalam tubuh. Penelitian ini menggunakan metode *PPG Reflectance* dengan memanfaatkan radiasi *infrared* menggunakan sensor MAX30100 yang selanjutnya *output* ditampilkan melalui LCD I2C. Pada penelitian ini, hasil pengukuran alat akan dibandingkan dengan alat ukur *oximeter* dan didapatkan nilai akurasi sebesar 98,3% untuk pengukuran saturasi oksigen dan 98,29% untuk pengukuran detak jantung.

Berdasarkan penelitian di atas, peneliti telah mengkaji lebih dalam bahwa peneliti-peneliti sebelumnya hanya dapat mengetahui nilai-nilai kesehatan saja. Dengan demikian, peneliti akan membuat suatu rancangan alat yang lebih dikembangkan dengan mengetahui nilai kesehatan serta status kesehatan manusia guna mengetahui gejala awal resiko terjadinya hipertensi yang akan menyebabkan penyakit jantung, penelitian juga dikembangkan dengan memanfaatkan IoT atau *internet of things* sebagai tampilan *website* nilai dan status kesehatan. Pada penelitian ini IoT bertujuan untuk, pemantauan kesehatan menjadi lebih responsi, akurat, dan efisien (Artono, 2018). Secara garis besar, peneliti membuat rancangan alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen menggunakan sensor *infrared* dengan modul

MAX30102 dengan metode *Photolethysmography* (PPG). Selain itu, peneliti akan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang telah dilengkapi oleh jaringan *Wi-Fi* untuk memudahkan melihat *output* dari nilai dan status kesehatan detak jantung dan kadar oksigen dengan tampilan *website*. Penelitian ini akan melakukan deteksi kesehatan pada usia >15 tahun, yang bertujuan untuk mengetahui kondisi kesehatan pada manusia secara teratur. Oleh karena itu, untuk dapat memonitoring kesehatan manusia secara teratur dan mengetahui resiko terjadinya hipertensi, maka dirancang “Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Kadar Oksigen dalam Darah Guna Mengetahui Resiko Hipertensi untuk Mencegah Penyakit Jantung pada Manusia dengan Modul MAX30102 berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan Tampilan *Website*”.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini, adalah

1. Bagaimana rancang bangun alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen pada manusia menggunakan modul MAX30102 berbasis *Internet of Things* (IoT)?
2. Apakah nilai akurasi deteksi detak jantung dan kadar oksigen menggunakan modul MAX30102 sesuai dengan alat digital *pulse fingertip* oximeter?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini, adalah

1. Membuat rancang bangun alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen menggunakan modul MAX30102 berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Mengetahui nilai akurasi alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen menggunakan modul MAX30102 dengan kesesuaian alat digital *pulse fingertip* oximeter.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Terciptanya alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen dalam darah yang mampu mendeteksi kesehatan secara *non invasive*, sehingga mengetahui gejala awal resiko terjadinya hipertensi yang memicu penyakit kardiovaskular.
2. Terciptanya alat pendeteksi kesehatan secara efisien dan terjangkau guna menutupi kekurangan dari teknik *invasive*.

1.5 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada penelitian ini, adalah

1. Menggunakan modul MAX30102 dengan memanfaatkan sensor *infrared*.
2. Batas usia dalam pengujian alat deteksi detak jantung dan saturasi oksigen dilakukan dari usia 15 tahun.
3. Pengujian alat menggunakan modul MAX30102 dilakukan dengan memaksimalkan jari telunjuk.
4. Alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen memicu pada kondisi kesehatan manusia, terutama pada resiko terjadinya penyakit hipertensi dan kardiovaskular.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian mengenai alat deteksi kesehatan detak jantung dan kadar oksigen telah dilakukan, salah satunya yaitu “Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Oksigen *Non Invasive* Menggunakan Sensor MAX30100”. Penelitian ini difokuskan untuk mendeteksi kadar oksigen dengan tujuan mengetahui kondisi kesehatan manusia agar menghindari resiko kematian akibat kekurangan oksigen dalam darah. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah arduino uno, dan tampilan nilai kadar oksigen akan menggunakan *LCD*. Dari hasil pengukuran oksigen, nilai akurasi sensor yang didapatkan adalah 93%, nilai ini terbilang kurang akurat karena didapatkan nilai rata-rata *error* yang cukup tinggi untuk penelitian ini (Aditya dan Wahyuni, 2020).

Penelitian selanjutnya adalah “Sistem Monitoring Detak Jantung untuk Mendeteksi Kesehatan Jantung Berbasis IoT Menggunakan *Android*”. Pada penelitian ini, peneliti hanya meneliti kondisi kesehatan detak jantung manusia dengan menggunakan *pulse sensor* sebagai pembaca nilai detak jantung dan memanfaatkan mikrokontroler wemos D1. *Output* nilai detak jantung yang dihasilkan akan dikirim pada *web server firebase*, dan tampilan nilai dapat dilihat melalui *LCD*. Pada penelitian ini, didapatkan nilai *error* yang sangat tinggi yaitu 20%, sehingga tingkat akurasi alat deteksi detak jantung menggunakan *pulse sensor* adalah 80% (Dian dkk., 2021).

Penelitian dikembangkan dengan menggunakan sensor MAX30100 untuk mendeteksi detak jantung dan kadar oksigen dengan judul penelitian “Analisis Penggunaan Sensor MAX30100 pada Sistem Pendeteksi Detak Jantung Berbasis

IoT *Blynk*”. Pada penelitian ini, memanfaatkan sensor MAX30100 sebagai pembaca nilai jantung dan oksigen, memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai proses penghubung ke internet dan menggunakan *OLED display* untuk menampilkan nilai pengukuran dan aplikasi *blynk* untuk menampilkan *output* melalui *handphone*. Penelitian ini mendapatkan nilai persentase akurasi yang cukup tinggi, yaitu 96,2% untuk detak jantung dan 98% untuk kadar oksigen (Harianto dkk., 2021).

Penelitian selanjutnya adalah Monitoring Detak Jantung dan Kadar Oksigen Berbasis Android, pada penelitian ini, peneliti menggunakan sensor MAX30100 sebagai pembaca kadar oksigen serta detak jantung dengan Node MCU ESP8266 sebagai modul mikrokontroler berbasis *WiFi* untuk mempermudah mengirim *output* ke android melalui *interface blynk*. Rangkaian ini menggunakan instrumen tambahan yaitu resistor dengan tegangan 2.27 volt, guna mengontrol serta membatasi aliran arus pada *prototype*. Prinsip kerja yang sama dengan memanfaatkan sinyal *infrared* sebagai pembaca aliran darah untuk mendeteksi hasil dari detak jantung pada manusia, sehingga nilai detak dan oksigen dapat terlihat melalui LCD oled yang akan di teruskan pada android melalui *interface blynk*. Persentase sebesar 96.7% pada tingkat akurasi dari alat pendeteksi detak jantung, dan 97% untuk akurasi kadar oksigen (Kuspranoto dkk., 2022).

Penelitian tentang deteksi kesehatan detak jantung dan kadar oksigen semakin ditingkatkan dengan menggunakan tipe sensor yang berbeda, salah satunya adalah penelitian mengenai “Karakteristik Sensor MAX30102 sebagai Alat Ukur Detak Jantung Berbasis *Photoplethysmograph*”. Pada penelitian ini, sensor yang digunakan adalah MAX30102 sebagai pembaca detak jantung dan nilai detak jantung divisualisasikan melalui *LCD* yang sudah terhubung dengan mikrokontroler Arduino uno. Penelitian ini mendapatkan nilai akurasi detak jantung yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dengan tipe sensor yang berbeda, yaitu nilai akurasi yang didapatkan adalah 97% (Muthmainnah dkk., 2022).

Pada tahun 2023 salah satu penelitian kembali mendeteksi kesehatan dengan menggunakan sensor MAX30100. Penelitian ini mendeteksi kadar oksigen dengan “Implementasi Metode *K-Nearest Neighbor* untuk Sistem Deteksi Covid-19 berdasarkan Kadar Oksigen”. Pada penelitian ini, kadar oksigen dideteksi menggunakan sensor MAX30100 dengan cara menempelkan jari telunjuk pada sensor sampai didapatkan nilai oksigen tersebut. Selanjutnya, *output* nilai akan ditampilkan melalui *LCD* berupa nilai dan klasifikasi. Pengukuran kadar oksigen menggunakan sensor MAX30100 mendapatkan nilai akurasi yang terbilang cukup yaitu sebesar 90% (Panjaitan dkk., 2023).

2.2 Teori Dasar

2.2.1 Tekanan Darah

Tekanan darah adalah tekanan yang dihasilkan oleh darah terhadap pembuluh darah. Terjadinya tekanan pada darah dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya kecepatan detak jantung, total darah yang keluar dari jantung, volume darah, dan elastisitas pembuluh darah. Klasifikasi tekanan darah dibagi menjadi dua, yaitu tekanan darah rendah dan tekanan darah tinggi atau Hipertensi (Ronny dkk., 2018).

1. Tekanan Darah Tinggi (Hipertensi)

Tekanan darah tinggi atau hipertensi adalah peningkatan nilai sistolik lebih dari 140mmHg dan tekanan darah diastolik lebih dari 90mmHg. Menurut *Joint National Committee* (JNC VII) pengelompokan hipertensi dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu:

- Normal, apabila nilai sistolik <120mmHg dan nilai diastolik <80 mmHg.
- Pre Hipertensi, apabila nilai sistolik 120-139 mmHg dan nilai diastolik 80-89 mmHg.
- Hipertensi Stadium 1, apabila nilai sistolik 140-159 mmHg dan nilai diastolik 90-99 mmHg.
- Hipertensi Stadium 2, apabila nilai sistolik >160 mmHg dan nilai diastolik >100 mmHg.

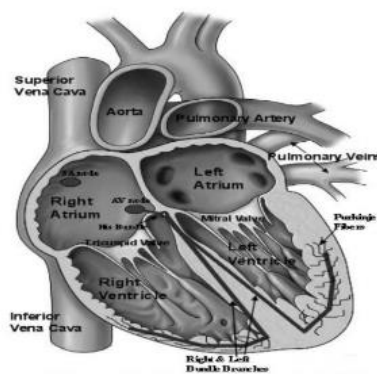
Terjadinya penyakit hipertensi ini disebabkan oleh beberapa faktor. Berdasarkan penyebabnya, hipertensi dibedakan menjadi 2 kelompok:

- Hipertensi Primer atau Hipertensi Esensial, merupakan penderita hipertensi yang tidak diketahui penyebabnya. Para ahli menyatakan bahwa 90% hipertensi ini terjadi karena faktor keturunan (*herediter*).
- Hipertensi Sekunder, merupakan penderita hipertensi yang disebabkan oleh penyakit, obesitas dan pola hidup yang tidak sehat.

Penyakit hipertensi dapat mengalami komplikasi jika terjadi dalam jangka Panjang. Gangguan komplikasi, seperti gangguan penglihatan, gangguan saraf, gagal fungsi ginjal, serta gagal jantung (Gosal dkk., 2020)

2.2.2 Jantung

Jantung merupakan salah satu organ tubuh terpenting manusia yang berfungsi sebagai pompa ganda sistem kardiovaskular. Terdapat dua sisi pada jantung, sisi kanan jantung berfungsi untuk memompa darah ke paru-paru dan sisi kiri jantung berfungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Jantung mendapat pasokan darah dari arteria koronaria. Arteria khusus ini keluar dari aorta dan memasok darah yang teroksigenasi pada setiap bagian otot jantung. Setiap jaringan otot pada jantung berkontraksi dalam responnya terhadap rangsangan listrik jantung atau impuls. Selain itu juga, setiap sel dalam otot jantung akan memproduksi sebuah potensial aksi yang monofasik yang mewakili sebuah denyut atau detak pada jantung bekerja.



Gambar 2.1. Jantung Normal Manusia (Guntur, 2019)

Jantung memiliki beberapa ruang, yaitu serambi kiri, serambi kanan, bilik kiri serta bilik kanan. Jantung memiliki katup yang dapat mengontrol darah agar tidak tercampur di bagian-bagian ruang jantung lainnya. Proses jantung bekerja dalam memompa darah yaitu, jantung mengalami kondisi relaksasi (*dystole*), sehingga otot jantung mengendur dan jantung seperti mengembang, pada posisi ini darah berada pada serambi-serambi jantung. Kemudian, jantung mengalami proses kontraksi (*systole*), sehingga otot jantung menegang dan jantung menguncup, pada posisi ini darah berada pada bilik-bilik jantung. Selama jantung berdenyut selalu terdapat proses relaksasi dan kontraksi secara kontinu selama manusia masih hidup (Guntur, 2019).

2.2.2.1 Detak Jantung

Detak jantung merupakan suara berpola yang bersesuaian dengan kondisi detak jantung manusia yang dapat dihitung menggunakan satuan per menit (*beats per minute* atau BPM). Detak jantung manusia normal berkisar antara 60-100 *beats per minute*, dengan rata-rata detak jantung diperoleh sesuai dengan aktifitas yang dilakukan manusia. Pada keadaan istirahat rata-rata jantung berdetak 70 *beats per minute*, sedangkan pada saat melakukan pergerakan yang cukup banyak kecepatan jantung bisa mencapainya 150 *beats per minute* dengan daya pompa 20-25 liter/menit. Pergerakan detak jantung yang tidak normal dibagi menjadi dua klasifikasi, yaitu bradikardia dan takikardia. Bradikardia adalah istilah untuk detak jantung kurang dari 60 *beats per minute*. Pada sebagian orang detak jantung kurang

dari 60 *beats per minute* tidak menimbulkan gejala apapun, namun sebagian orang lainnya denyut jantung kurang dari 60 *beats per minute* merupakan tanda masalah sistem kelistrikan pada jantung. Bradikardia menyebabkan darah tidak dapat terdistribusi dengan baik ke seluruh tubuh, bahkan dapat menyebabkan kematian. Detak jantung melebihi 100 *beats per minute* merupakan istilah dari takikardia. Takikardia dapat menyebabkan denyut jantung memiliki ritme yang abnormal serta serangan jantung (Muhajirin dan Ashari, 2018).

2.2.2.2 Suara Jantung

Suara jantung adalah suara yang disebabkan oleh proses terbuka dan tertutupnya katup jantung akibat adanya getaran pada jantung dan pembuluh darah besar. Jantung mengeluarkan suara “lub” ketika dua katup (mitral dan trikuspidal) tertutup, setelah darah mengalir dari dua bilik jantung pertama ke dua bilik jantung lainnya. Suara “lub” pada jantung disebut dengan S1. Terjadi juga suara “dub” ketika dua katup jantung (aorta dan pulmonal) tertutup, setelah darah dipompa keluar jantung ke sistem sirkulasi paru-paru dan sistemik. Suara “dub” pada jantung disebut dengan S2. Selain suara 1 dan 2, jantung memiliki suara 3 atau S3 yang terjadi saat fase awal diastolik sekitar 0,12-0,18 detik setelah suara “dub” dari S2 pada jantung. Suara 3 pada jantung bernada rendah dan tumpul, sehingga terdengar sangat kecil dan halus (Abdurahman dkk., 2023).

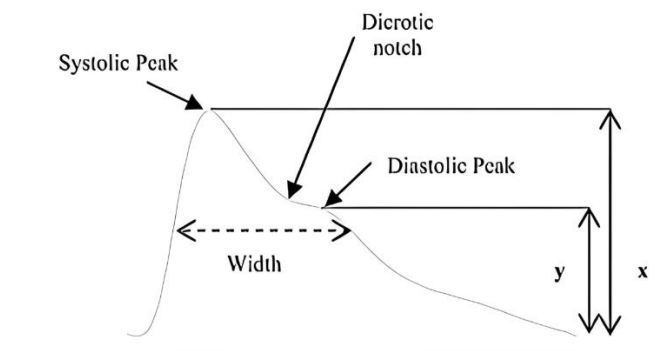
2.2.3 Kadar Oksigen

Kadar oksigen (saturasi oksigen) dalam darah adalah jumlah oksigen yang telah beredar dalam sistem peredaran darah di tubuh. Ketika oksigen sudah berada dalam aliran darah, oksigen berfungsi sebagai sistem kekebalan tubuh. Kadar oksigen dalam darah dapat diukur, salah satunya yaitu dengan cara alat *pulse oximeter*. Pengukuran oksigen dengan cara ini lebih mudah dan tidak membutuhkan pengambilan sampel darah, yaitu dengan cara menggunakan alat berbentuk klip. Pengukuran dengan cara ini memanfaatkan sinar *infrared* ke kapiler pada jari tangan manusia. Jika kadar oksigen <95% maka kondisi manusia terbilang sangat buruk dan dipastikan menderita hipoksemia. Selain hipoksemia, kadar oksigen yang

rendah dapat menyebabkan sirkulasi tidak lancar dan beberapa gejala penyakit seperti, sesak nafas, nyeri dada, hipertensi, detak jantung cepat, penyakit jantung, nyeri dada dan sianosis (Kitu dkk., 2019).

2.2.4 *Photoplethysmograph (PPG)*

Photoplethysmograph (PPG) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengukur perubahan volume darah pada suatu organ atau tubuh dengan menangkap sinyal yang terbentuk saat cahaya diteruskan pada jaringan kulit menggunakan sensor *optic*, dan biasanya metode ini digunakan untuk mengetahui kondisi sistem kardiovaskular dengan mengukur perubahan volume darah pada jaringan kulit. *Photoplethysmograph* digunakan untuk memperoleh informasi mengenai berbagai hal terutama yang berkaitan dengan psikologis manusia, diantaranya adalah pemantauan detak jantung, mengamati kerja jantung, serta memonitoring pernafasan dan mengatur kadar oksigen dalam darah. Prinsip kerja PPG dalam memonitoring detak jantung dengan melihat perubahan volume darah dalam pembuluh darah ditubuh manusia (Madona, 2016). Pola sinyal PPG dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.

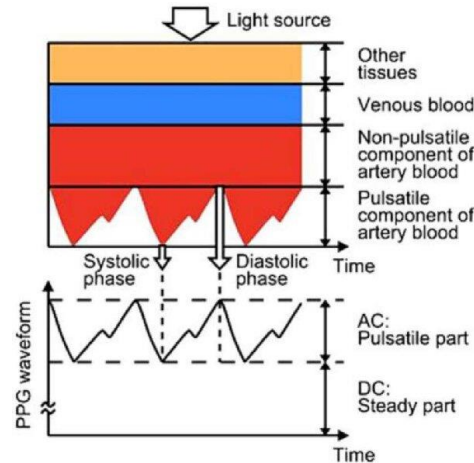


Gambar 2.2. Pola Sinyal PPG (Gitman, 2020).

Hasil dari PPG ini merupakan keluaran dari *HeartBeat Pulse Sensor* yang terdiri dari LED dan sensor cahaya. Hasil keluaran dari PPG juga terjadi karena adanya dua mekanisme pada jantung, yaitu sistol dan diastole yang berkaitan juga dengan tekanan pada darah.. Sistol terjadi ketika jantung berkontraksi dan darah dipompa

keluar dari jantung, sedangkan diastole terjadi ketika jantung berelaksasi dan darah dipompa untuk masuk ke dalam jantung.

Photoplethysmograph memiliki dua metode konfigurasi secara sensor optik, yaitu mode refleksi dan mode transmisi. Berikut ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Mode Refleksi dan Mode Transmisi

Sinyal *Photoplethysmograph* menggunakan sinyal *Photodiode* yang memiliki frekuensi rendah. *Range* frekuensi dari sinyal PPG, di antaranya:

- Sinyal PPG berada pada rentang frekuensi 0,05 Hz – 20 Hz, merupakan sinyal fisiologis yang merefleksikan aktifitas jantung, aliran darah dan pernapasan.
- Sinyal PPG berada pada rentang frekuensi 1,54 – 2,34 Hz, mempresentasikan aktifitas jantung, terkhusus detak jantung pada kisaran 92 sampai 140 bpm.
- Sinyal PPG berada pada rentang frekuensi 0,8 – 3,39 Hz, merupakan sinyal kardiovaskular yang berkaitan dengan detak jantung dalam rentang 48 sampai 203 bpm.

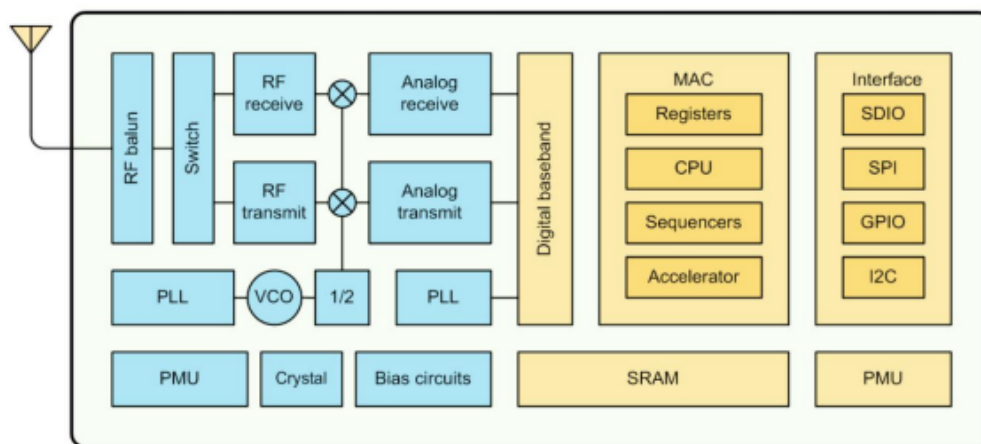
Penempatan sensor agar hasil dari sinyal PPG lebih maksimal yaitu pada ujung jari dan daun telinga (Gitman, 2020).

2.2.5 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266

Mikrokontroler berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik yang pada umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler memiliki jalur-

jalur masukan (*port* masukan) serta jalur-jalur keluaran (*port* keluaran) yang memungkinkan mikrokontroler tersebut dapat digunakan dalam aplikasi pembacaan data, pengontrolan serta penyajian informasi. *Port* masukan digunakan untuk memasukan informasi atau data dari luar ke mikrokontroler. *Port* keluaran digunakan untuk mengeluarkan data atau informasi dari mikrokontroler. Adanya *port* keluaran ini memungkinkan mikrokontroler untuk mengendalikan perangkat seperti *LED*, motor, *relay*, dan penyajian informasi melalui *LCD* dan lainnya (Dharmawan, 2017). Pada penelitian kali ini peneliti menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

NodeMCU tipe ESP8266 merupakan mikrokontroler yang memaksimalkan fungsi *Espressif Systems' Smart Connectivity Platform (ESCP)*, yang dirancang khusus untuk menghosting aplikasi dan memanfaatkan fungsi sistem *WiFi* dalam proses pemindahan jaringan dari satu aplikasi menuju aplikasi lainnya. NodeMCU ESP8266 dirancang dengan teknologi daya ultra rendah dan dapat di program aktif ketika kondisi suatu perangkat sedang terdeteksi serta ESP8266 dapat diprogram untuk mengurangi daya keluaran PA agar sesuai dengan berbagai profil aplikasi, dengan menukar rentang kondisi daya.



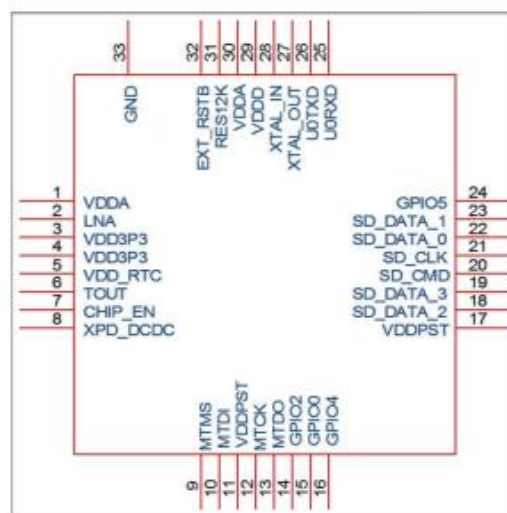
Gambar 2.3. Diagram Blok ESP8266 (ESP8266 Datasheet, 2015).

NodeMCU ESP8266 memiliki banyak fitur, yang dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1. Fitur Mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

<i>FEATURES OF NODEMCU ESP8266</i>		
Integrated low power 32-bit MCU.	WiFi 2.4 GHz, support WPA/WPA2.	Deep sleep power < 5uA.
Integrated 10-bit ADC.	Support STA/AP/STA+AP operation modes.	Wake up and transmit packets in < 2ms.
Integrated TCP/IP protocol stack.	Support Smart Link Function for both Android and iOS devices.	Standby power consumption of < 1.0mW (DTIM3).
Integrated TCP/IP protocol stack.	SDIO 2.0, (H) SPI, UART, I2C, I2S, IR Remote Control, PWM.	20 dBm output power in 802.11b mode.
Integrated PLL, regulators, and power management units.	STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO.	Operating temperature range -40C ~ 125C.
Supports antenna diversity.	A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4s guard interval.	FCC, CE, TELEC, WiFi Alliance, and SRRC certified.

Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 juga memiliki penempatan pin-pin pada sistem perangkat keras. Penetapan pin tersebut, diilustrasikan pada **Gambar 2.5**.

**Gambar 2.4.** Penempatan Pin NodeMCU ESP8266 (ESP8266 Datasheet, 2015).

Detail fungsi dari pin-pin pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266 akan dijelaskan pada **Tabel 2.2.**

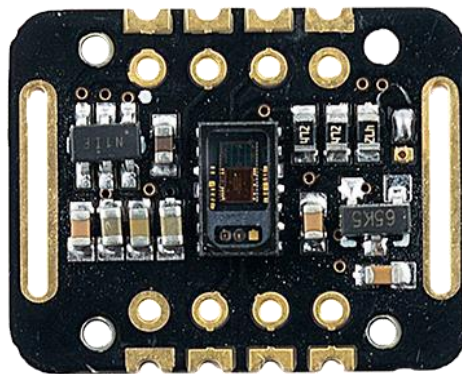
Tabel 2.2. Fungsi Pin NodeMCU ESP8266.

Pin	Nama	Fungsi
1	VDDA	Daya Analog 3.0 ~3.6V.
2	LNA	Antena RF. Impedansi Keluaran Chip = 50Ω.
3	VDD3P3	Penguat 3.0~3.6V.
4	VDD3P3	Penguat 3.0~3.6V.
5	VDD_RTC	NC (1.1V).
6	T.out	Terdapat pin ADC yang digunakan untuk memeriksa tegangan input dan tegangan output.
7	CHIP_EN	Mengaktifkan chip ; pengatur daya arus.
8	XPD_DCDC	Mode <i>Deep-Sleep Wakeup</i> ; GPIO16.
9	MTMS	GPIO14; HSPI_CLK.
10	MTDI	GPIO12; HSPI_MISO.
11	VDDPST	Catu Daya Digital I/O (1,8V~3,3V).
12	MTCK	GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS.
13	MTDO	GPIO15; HSPI_CS; UART0_RTS.
14	GPIO2	UART Tx proses pemrograman <i>flash</i> ; GPIO2.
15	GPIO0	GPIO0; SPI_CS2.
16	GPIO4	GPIO4.
17	VDDPST	Catu Daya Digital I/O (1,8V~3,3V).
18	SDIO_DATA_2	Penghubung ke SD_D2 (Seri R: 200Ω); SPIHD; HSPIHD; GPIO9.
19	SDIO_DATA_3	Penghubung ke SD_D3 (Seri R: 200Ω); SPIWP; HSPIWP; GPIO10.
20	SDIO_CMD	Penghubung ke SD_CMD (Seri R: 200Ω); SPI_CS0; GPIO11.
21	SDIO_CLK	Penghubung ke SD_CLK (Seri R: 200Ω); SPI_CLK; GPIO6.
22	SDIO_DATA_0	Penghubung ke SD_D0 (Seri R: 200Ω); SPI_MSIO; GPIO7.
23	SDIO_DATA_1	Penghubung ke SD_D1 (Seri R: 200Ω); SPI_MOSI; GPIO8.
24	GPIO5	GPIO5.
25	U0RXD	UART Rx proses pemrograman flash; GPIO3.
26	U0TXD	UART Tx proses pemrograman flash; GPIO1; SPI_CS1.
27	XTAL_OUT	Terhubung ke <i>output</i> osilator.
28	XTAL_IN	Terhubung ke <i>input</i> osilator..
29	VDDD	Daya Analog 3.0V~3.6V.
30	VDDA	Daya Analog 3.0V~3.6V.
31	RES12K	Koneksi serial dengan resistor.
32	EXT_RSTB	Sinyal reset eksternal dengan tegangan rendah.

Mikrokontroler NodeMCU merupakan mikrokontroler yang menggunakan “Lua” sebagai bahasa *scripting* dan mikrokontroler ini salah satu produk yang mendapatkan hak khusus dari Arduino untuk dapat menggunakan aplikasi Arduino sehingga bahasa pemrograman yang digunakan sama dengan *board* Arduino pada umumnya (ESP8266 Datasheet, 2015).

2.2.6 Modul MAX30102

Modul MAX30102 merupakan modul *pulse oximetry* yang memanfaatkan sensor *infrared* untuk mendeteksi detak jantung dan kadar oksigen dalam darah. Modul MAX30102 terdapat *internal LEDs*, *photodetectors*, elemen optik, sistem dengan kebisingan yang rendah, dan memanfaatkan sinyal *infrared* sebagai prinsip kerja dengan menggunakan penyerapan cahaya dari pantulan *LED*. Modul MAX30102 memberikan solusi sistem yang lengkap untuk memudahkan proses desain pada perangkat seluler dan perangkat *wearable*. Spesifikasi visual dari modul MAX30102 dapat dilihat pada **Gambar 2.6**



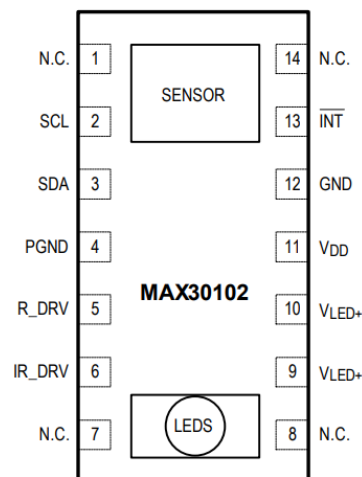
Gambar 2.5. Modul MAX30102 (Maxim Integrated, 2015).

Berikut adalah spesifikasi fitur dari modul MAX30102

- Terdapat monitor detak jantung dan oksigen pada *LED Reflective Solution*.
- Terdapat dua *LED*, fotodetektor, dan Analog *Front-End* yang memiliki kinerja yang stabil.

- Pengoperasian monitoring detak jantung dengan *Ultra-Low-Power* (<1mW) saat terhubung pada suatu perangkat dengan daya arus *LED* yang minim dan *Ultra-Low Shutdown* hanya sebesar 0.7μA.
- Kinerja sensor yang sangat maksimal dengan kemampuan *output* data yang cepat dan memiliki nilai tingkat SNR (*Signal to Noise Ratio*) yang tinggi sehingga kualitas sinyal informasi sangat baik.
- Memiliki ukuran sensor yang kecil yaitu 5,6mm x 3,3mm x 1,55mm dan terdapat 14 *pinout*.
- *Temperature range* diantara -40°C sampai 85°C.

Terdapat 14 pin pada modul MAX30102 yang berfungsi untuk memudahkan terhubung pada mikrokontroler. Blok sistem konfigurasi pin pada sensor MAX30102 dapat dilihat pada **Gambar 2.7**



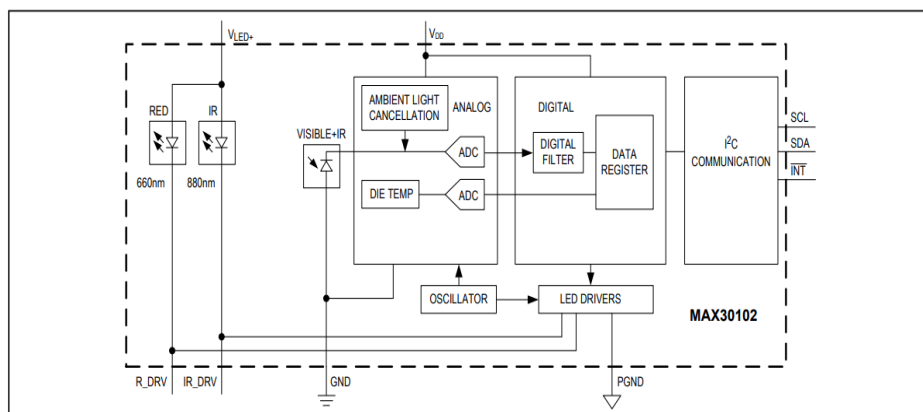
Gambar 2.6. Konfigurasi Pin Modul MAX30102 (Maxim Integrated, 2015).

Konfigurasi pin pada modul MAX30102 memiliki fungsi detail yang akan dideskripsikan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3. Deskripsi Fungsi Konfigurasi Pin Modul MAX30100.

Pin	Nama	Fungsi
1,7,8,14	N.C.	Terhubung ke <i>PCB</i> secara stabil.
2	SCL	Menerima data dan membawa informasi dengan pengontrol (<i>i2c serial clock</i>).
3	SDA	Menerima data dan membawa informasi dengan pengontrol (<i>i2c serial data</i>).
4	PGND	Power Ground dari sistem blok <i>LED</i> .
5	R_DRV	Sebagai katoda pada <i>LED R</i>
6	IR_DRV	Sebagai katoda pada <i>LED IR</i> .
9,10	VLED+	Sebagai catu daya yang terhubung ke anoda untuk <i>LED infrared</i> dan menuju ke power ground.
11	VDD	Sebagai masukan catu daya analog.
12	GND	Sebagai keluaran dan juga dapat meminimalisir terjadinya <i>noise</i> .
13	INT	Sebagai sinyal dari instrument luar yang akan terhubung pada program untuk melaksanakan perintah khusus.

Selain dari konfigurasi pin, modul MAX30102 juga memiliki diagram fungsional yang ditunjukkan pada **Gambar 2.8**

**Gambar 2.7.** Diagram Fungsional Modul MAX30102 (Maxim Integrated, 2015).

Sensor MAX30102 dapat dikonfigurasi melalui perangkat lunak dan data hasil *output* disimpan melalui *FIFO 32-deep* di dalam IC yang memudahkan sensor ini terhubung pada mikrokontroler. Terdapat komponen utama pada detail dari diagram fungsional modul MAX30100 yaitu Subsistem SpO₂, Sensor Suhu, dan *Driver LED*. Komponen-komponen utama tersebut berfungsi membantu kinerja sensor

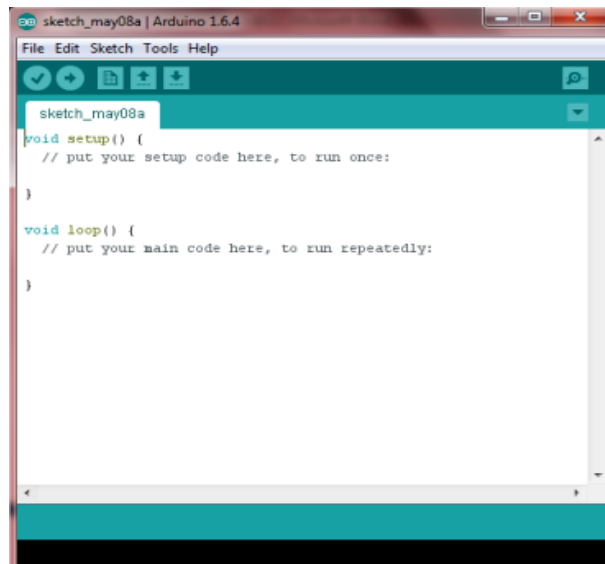
dalam mendeteksi kesehatan terutama pada detak jantung, saturasi oksigen dan denyut nadi.

- Subsistem kadar oksigen (SpO₂) terdiri dari *Ambient Light Cancellation* (ALC), sigma delta ADC 18-bit dan dilengkapi filter diskrit waktu secara terpisah untuk meminimalisir kebisingan atau *noise*.
- Sensor suhu atau temperatur sensor yang terdapat di dalam *chip* MAX30102 sebagai pengatur kalibrasi suhu pada subsistem kadar oksigen (SpO₂) yang tidak terdeteksi oleh gelombang *infrared*.
- *Driver LED* berfungsi untuk mengoptimalkan akurasi pengukuran gelombang sinyal dari *infrared* untuk mendeteksi *pulse* pada saat sensor *infrared* bekerja. Arus *LED* dapat diprogram sampai tegangan 50mA atau sampai mendapatkan tegangan yang tepat.

Prinsip kerja pada sensor MAX30102 dalam pengambilan sampel data detak jantung dan saturasi oksigen yaitu dengan, meletakkan jari manusia di depan sensor. Ketika jari diletakkan di depan sensor, pantulan cahaya *infrared* berubah berdasarkan perubahan *volume* darah di dalam pembuluh kapiler. Ini berarti pengukuran detak jantung dan oksigen dikenal dengan *photoplethysmograph*. (Maxim Integrated, 2014).

2.2.7 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Enviroment*) merupakan *software* yang memiliki fungsi untuk membuat dan mengedit suatu kode program, memverifikasi, serta mengunggah kode program ke Arduino yang menggunakan bahasa pemrograman sendiri. Selain itu, Arduino IDE digunakan untuk melakukan koding pemrograman dengan tujuan menanamkan program pada mikrokontroler agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* dan menghasilkan *output* yang diinginkan. Tampilan *Software* Arduino IDE dapat dilihat pada **Gambar 2.9**



Gambar 2.8. Tampilan Arduino IDE (Manual, 2022).

Software IDE Arduino terdiri dari 3 bagian, yaitu:

- Editor program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. Listing program pada Arduino yang biasa disebut *sketch*.
- *Compiler*, berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) kedalam kode biner karena kode biner mudah dipahami oleh mikrocontroller.
- *Uploader*, modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrocontroller (Manual, 2022).

2.2.8 *Sublime Text*

Sublime Text adalah *software text* editor yang biasa digunakan untuk membuka file sejenis *source code*. *Sublime Text* mendukung banyak Bahasa pemrograman, seperti HTML, C++, PHP, CSS dan yang lainnya. *Sublime Text* bertujuan untuk mengembangkan siklus pembuatan kode yang cepat dan lebih kompleks terhadap IDE yang memiliki suatu fitur lebih lengkap. *Sublime Text* dapat disesuaikan pengguna untuk mengubah tema, pintasan keyboard, preferensi, dan menginstal ekstensi yang menambah nilai fungsional dengan menggunakan bahasa pemrograman.

Sublime Text memiliki beberapa kelebihan, diantaranya:

- A. *Multiple Selection*, berfungsi untuk membuat perubahan pada *source code* secara bersamaan dalam beberapa baris kode yang berbeda.
- B. *Distraction Free Mode*, berfungsi untuk merubah tampilan menjadi *full screen*. Fitur ini dibutuhkan ketika *user* ingin fokus dengan *project* yang sedang dikerjakan.
- C. *Cross Platform*, mengetahui bahwa *Sublime Text* ini dapat digunakan di berbagai sistem operasi seperti *Windows*, *Linux*, *OS X*, dan lainnya.
- D. *Instan Project Switch*, berfungsi melakukan *capture project* yang dikerjakan pada *file project* yang akan diubah dan yang belum tersimpan (Simangunsong dkk., 2020).

2.2.9 JavaScript

JavaScript diperkenalkan pertama kali oleh Netscape pada tahun 1995. Pada awalnya bahasa ini dinamakan “*LiveScript*” yang berfungsi sebagai bahasa sederhana untuk *browser Netscape Navigator*. Pada masa itu bahasa ini banyak di kritik karena kurang aman, pengembangannya yang terkesan buru buru dan tidak ada pesan kesalahan yang di tampilkan setiap kali kita membuat kesalahan pada saat menyusun suatu program. Kemudian sejalan dengan sedang giatnya kerjasama antara *Netscape* dan Sun (pengembang bahasa pemrograman “*Java*”) pada masa itu, maka *Netscape* memberikan nama “*JavaScript*” kepada bahasa tersebut pada tanggal 4 desember 1995. Pada saat yang bersamaan Microsoft sendiri mencoba untuk mengadaptasikan teknologi ini yang mereka sebut sebagai “*Jscript*” di *browser Internet Explorer*. *JavaScript* adalah bahasa yang berbentuk kumpulan skrip yang pada fungsinya berjalan pada suatu dokumen HTML, sepanjang sejarah *internet* bahasa ini adalah bahasa skrip pertama untuk web. Bahasa ini adalah bahasa pemrograman untuk memberikan kemampuan tambahan terhadap bahasa HTML dengan mengijinkan pengekseskusan perintah perintah di sisi user, yang artinya di sisi browser bukan di sisi *server* web. *JavaScript* bergantung kepada *browser* (navigator) yang memanggil halaman web yang berisi skrip skrip dari *JavaScript* dan tentu saja terselip di dalam dokumen HTML. *JavaScript* juga tidak

memerlukan kompilator atau penterjemah khusus untuk menjalankannya (pada kenyataannya kompilator *JavaScript* sendiri sudah termasuk di dalam *browser* tersebut). Lain halnya dengan bahasa “Java” (dengan mana *JavaScript* selalu di banding bandingkan) yang memerlukan kompilator khusus untuk menterjemahkannya di sisi *user* (Flanagan, 2012). *JavaScript* mempunyai sebuah format yaitu *Java Script Object Nonation* (JSON) dengan Bahasa pemrograman *JavaScript*. JSON merupakan format teks yang tidak bergantung pada bahasa pemrograman apapun karena menggunakan gaya bahasa yang umum digunakan oleh programmer keluarga C termasuk C, C++, C#, Java, *JavaScript*, *Perl*, *Python* dll. Oleh karena sifat-sifat tersebut, menjadikan JSON ideal sebagai bahasa pertukaran data. JSON terbuat dari dua struktur, yaitu:

- Kumpulan pasangan nama/nilai. pada beberapa Bahasa. Hal ini dinyatakan sebagai objek (*object*), rekaman (*record*), struktur (*struct*), kamus (*dictionary*), tabel hash (*hash table*), daftar berkunci (*keyed list*), atau *associative array*.
- Daftar nilai terurutkan (*an ordered list of values*). Pada kebanyakan bahasa, hal ini dinyatakan sebagai *array*, vektor (*vector*), daftar (*list*), atau urutan (*sequence*) (Andi, 2015).

2.2.10 *Internet of Things (IoT)*

Pemantauan berbasis *Internet of Things (IoT)* adalah penerapan teknologi sensor, perangkat keras, serta koneksi internet untuk menghimpun dan mengirimkan data secara waktu nyata. Ini memungkinkan pengguna untuk mengamati dan mengatur perangkat atau lingkungan spesifik dari jarak jauh.

Dalam konteks pemantauan *IoT*, perangkat yang terhubung seperti sensor, perangkat pintar, atau perangkat keras khusus lainnya digunakan untuk mengumpulkan data dari sekitarnya. Data ini kemudian dikirimkan melalui jaringan internet *platform* atau sistem pusat yang dapat menganalisis dan menampilkan informasi secara langsung. Contoh pemanfaatan pemantauan *IoT* termasuk:

1. Pemantauan lingkungan pada sensor digunakan untuk mengamati kualitas udara, suhu, kelembaban, serta tingkat gangguan di suatu daerah. Data yang

dikumpulkan membantu dalam mengidentifikasi polusi, kondisi cuaca, atau gangguan lingkungan lainnya.

2. Pemantauan kesehatan dengan perangkat kesehatan terkoneksi, seperti detektor pengukuran jantung atau pengukur glukosa, mengirimkan data ke platform kesehatan secara *real time*. Hal ini memungkinkan pasien atau dokter untuk terus-menerus mengawasi kondisi kesehatan dan memberikan perawatan yang sesuai waktu yang tepat.
3. Pemantauan industri seperti sensor pada peralatan dan mesin di lingkungan industri mengamati kinerja, suhu, tekanan, atau kebocoran. Informasi ini digunakan untuk mendeteksi masalah atau perawatan yang diperlukan, mengoptimalkan operasi, atau mencegah kerusakan yang lebih serius.
4. Pemantauan energi yang merupakan pemantauan konsumsi energi pada bangunan atau peralatan membantu mengidentifikasi pola penggunaan energi yang tidak efisien atau peralatan yang rusak. Informasi ini berguna untuk mengoptimalkan penggunaan energi, mengurangi biaya, dan meningkatkan efisiensi.
5. Pemantauan transportasi dalam bentuk sensor pada kendaraan atau infrastruktur jalan memberikan data tentang lalu lintas, kecepatan, atau kondisi jalan. Informasi ini dapat digunakan untuk mengatur lalu lintas, mengoptimalkan rute, atau memberikan informasi waktu perjalanan kepada pengemudi.

Manfaat dari pemantauan *IoT* meliputi pengawasan waktu nyata, pengambilan keputusan yang lebih cepat, deteksi awal masalah, pengurangan biaya operasional, dan peningkatan efisiensi. Namun, penting untuk mempertimbangkan aspek keamanan dan privasi data yang terkait dengan penggunaan *IoT*.

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang terus-menerus terhubung. Cara kerja dari *Internet of Things* melibatkan interaksi antara tiga program mesin yang terhubung secara otomatis dan dapat diatur dari jarak jauh oleh pengguna. Dengan meningkatnya infrastruktur internet, kita beralih ke tahap di mana tidak hanya smartphone atau komputer yang terhubung dengan internet, melainkan beragam

objek nyata yang juga akan terkoneksi dengan internet. Dalam cara kerja *Internet of Things (IoT)*, internet bertindak sebagai penghubung antara interaksi dari kedua mesin tersebut, sementara pengguna hanya berperan sebagai pengatur dan pengawas kerja alat tersebut secara langsung. Keuntungan yang diperoleh dari konsep *Internet of Things (IoT)* sendiri adalah memungkinkan pekerjaan dilakukan lebih cepat, mudah, dan efisien (Iswanto & Gandi, 2016).

2.2.11 Website

Website adalah platform informasi yang tersedia di internet. Fungsinya untuk menyampaikan informasi. Sebuah *website* adalah kumpulan halaman yang umumnya tergabung dalam satu domain atau subdomain, yang terletak di *World Wide Web (WWW)* di internet. Setiap halaman web merupakan dokumen yang ditulis dalam format *Hyper Text Markup Language (HTML)* dan biasanya diakses melalui protokol *Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)*, yang mengirimkan informasi dari *server website* untuk ditampilkan kepada pengguna melalui web *browser*. Semua publikasi dari berbagai *website* ini dapat membentuk jaringan informasi yang luas. Halaman-halaman dalam *website* diakses melalui URL yang sering disebut sebagai *Homepage*. URL ini mengatur hierarki halaman situs web, sementara *hyperlink* dalam halaman tersebut membantu pengguna dan menunjukkan arus informasi. Beberapa *website* memerlukan langganan atau masukan data dari pengguna agar mereka dapat mengakses sebagian atau seluruh isi *website* tersebut (Javacreativity, 2014).

2.2.12 MySQL (Structured Query Language)

MySQL atau *SQL* adalah bahasa terstruktur yang khusus digunakan untuk mengelola *database*. *SQL* pertama kali didefinisikan oleh *American National Standards Institute (ANSI)* pada tahun 1986. *MySQL*, pada sisi lain, merupakan sistem manajemen *database* dengan status *open source*. Ini adalah sistem manajemen *database* yang berbasis hubungan, yang berarti data dikelola dalam berbagai tabel terpisah untuk meningkatkan efisiensi manipulasi data. *MySQL*

mampu mengelola *database* yang bervariasi dalam skala, mulai dari yang kecil hingga sangat besar (Andi, 2014).

SQL juga bisa diartikan sebagai standar antarmuka untuk sistem manajemen basis data relasional, termasuk yang beroperasi di komputer pribadi. *SQL* memungkinkan pengguna untuk memahami informasi lokasi dan struktur. Dalam perbandingan dengan bahasa pemrograman, *SQL* lebih mudah digunakan, meskipun lebih kompleks daripada perangkat lunak lembar kerja atau aplikasi pengolahan data. Pernyataan *SQL* yang sederhana dapat menghasilkan permintaan data yang tersebar di berbagai lokasi komputer, yang memerlukan sumber daya komputasi yang signifikan. *SQL* dapat digunakan untuk penelitian interaktif, pembuatan laporan ad hoc, atau berinteraksi dalam aplikasi program. *SQL* juga berfungsi sebagai bahasa pemrograman yang dirancang khusus untuk menjalankan perintah *query*, yaitu pengaksesan data berdasarkan kriteria tertentu terhadap *database*. Meskipun berbagai perangkat lunak *database* mengimplementasikan *SQL* dengan sedikit perbedaan, mereka semua mendukung subset standar. Dengan kata lain, *SQL* adalah permintaan yang terintegrasi ke dalam *database* atau Sistem Manajemen Basis Data (SMBD). Sebagai bahasa permintaan, *SQL* didukung oleh berbagai SMBD, termasuk *MySQL Server*, *MySQL*, *PostgreSQL*, *Interbase*, dan *Oracle*. Selain itu, *SQL* juga didukung oleh berbagai sistem basis data *non-server*, seperti *MS Access* dan *Paradox*. (Surniawan dan Mardiani, 2014).

MySQL adalah salah satu jenis *database server* yang terkenal, termasuk dalam kategori *Relational Database Management System* (RDBMS). *MySQL* mendukung bahasa pemrograman *PHP* serta menggunakan *SQL*, sebuah permintaan bahasa yang terstruktur, dengan aturan-aturan yang telah distandarkan oleh *Asosiasi Standar Nasional Amerika* (ANSI). Sebagai *server* RDBMS, *MySQL* adalah program yang memungkinkan pengguna data dasar untuk membuat, mengelola, dan menggunakan data dalam model relasional, di mana tabel-tabel dalam *database* memiliki hubungan antara satu sama lain.

Berbagai keunggulan *MySQL* meliputi:

- a. Kecepatan, kehandalan, dan kemudahan penggunaan. *MySQL* memiliki kecepatan tiga hingga empat kali lebih baik daripada beberapa *server database* komersial yang beredar saat ini, sambil tetap mudah diatur dan tidak memerlukan keahlian khusus untuk mengelola administrasinya.
- b. Mendukung berbagai bahasa, memberikan pesan kesalahan dalam beberapa bahasa termasuk Belanda, Portugis, Spanyol, Inggris, Perancis, Jerman, dan Italia.
- c. Kemampuan untuk membuat tabel dengan ukuran yang sangat besar, dengan batas maksimal hingga 4 GB, tergantung pada ukuran file yang dapat ditangani oleh sistem operasi yang digunakan. Harga yang lebih terjangkau, karena *MySQL* bersifat *open source* dan tersedia secara gratis untuk *platform UNIX*, *OS/2*, dan *Windows*.
- d. Integrasi yang kuat antara *PHP* dengan *MySQL*, menghasilkan koneksi yang lebih cepat dibandingkan dengan penggunaan *database* server lainnya. Modul *MySQL* dalam *PHP* sudah dibangun secara internal, sehingga tidak memerlukan konfigurasi tambahan pada file konfigurasi *PHP* (Kurniawan, 2010).

2.2.13 Personal Home Page (PHP)

PHP merupakan bahasa standar yang umum digunakan dalam situs domain. PHP merupakan bahasa pemrograman dalam bentuk skrip yang ditempatkan di dalam *web server*. PHP juga dapat diartikan sebagai *Hypertext Preprocessor*. Bahasa ini beroperasi secara *server-side*, di mana interpreter PHP mengeksekusi kode pada sisi *server*, berbeda dengan model eksekusi *Java* yang berjalan pada sisi klien (Peranginangin, 2006).

Sebagai bahasa pemrograman untuk pembuatan situs *web* dengan skrip sisi *server*, PHP menawarkan kemampuan dinamis. PHP dapat dijalankan di berbagai sistem operasi seperti *Windows*, *Linux*, dan *Mac OS*. Selain Apache, PHP juga mendukung beberapa *web server* lain seperti *Microsoft IIS*, *Caudium*, dan *PWS*. PHP memanfaatkan *database* untuk membuat halaman web yang dinamis, dimana *MySQL* sering digunakan sebagai sistem manajemen *database* yang terintegrasi

dengan PHP. Meski begitu, PHP juga mendukung sistem manajemen *Database Oracle, Microsoft Access, Interbase, d-Base, dan PostgreSQL* (Andi, 2014).

Sebagai bahasa yang melengkapi HTML, PHP memungkinkan pembuatan aplikasi dinamis dengan kemampuan memproses data. Semua sintaksisnya dijalankan di *server* dan hanya hasilnya saja yang dikirimkan ke *browser*. PHP, berbentuk skrip yang diproses di *server*, mengirimkan hasilnya kepada pengguna yang menggunakan *browser*. PHP dikenal sebagai bahasa scripting yang terintegrasi dengan *tag-tag* HTML, dieksekusi di *server*, dan digunakan untuk menciptakan halaman *web* dinamis sama seperti *Active Server Pages (ASP)* atau *Java Server Pages (JSP)*. PHP juga merupakan perangkat lunak *Open Source* (EMS, 2012).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, dimulai pada Januari 2024.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini. Alat yang digunakan pada penelitian kali ini ditunjukkan pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1. Alat-alat Penelitian

No	Nama Alat	Fungsi
1.	Laptop	Membuat laporan penelitian, program, dan menampilkan hasil dari monitoring kesehatan detak jantung dan kadar oksigen
2.	<i>Software</i> Arduino IDE	Mengendalikan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan pembuatan program.
3.	<i>Sublime Text</i>	Membuat bahasa pemrograman untuk selanjutnya dapat di tampilkan melalui <i>website</i> .
4.	Fritzing	Program untuk membuat <i>design</i> rangkaian.

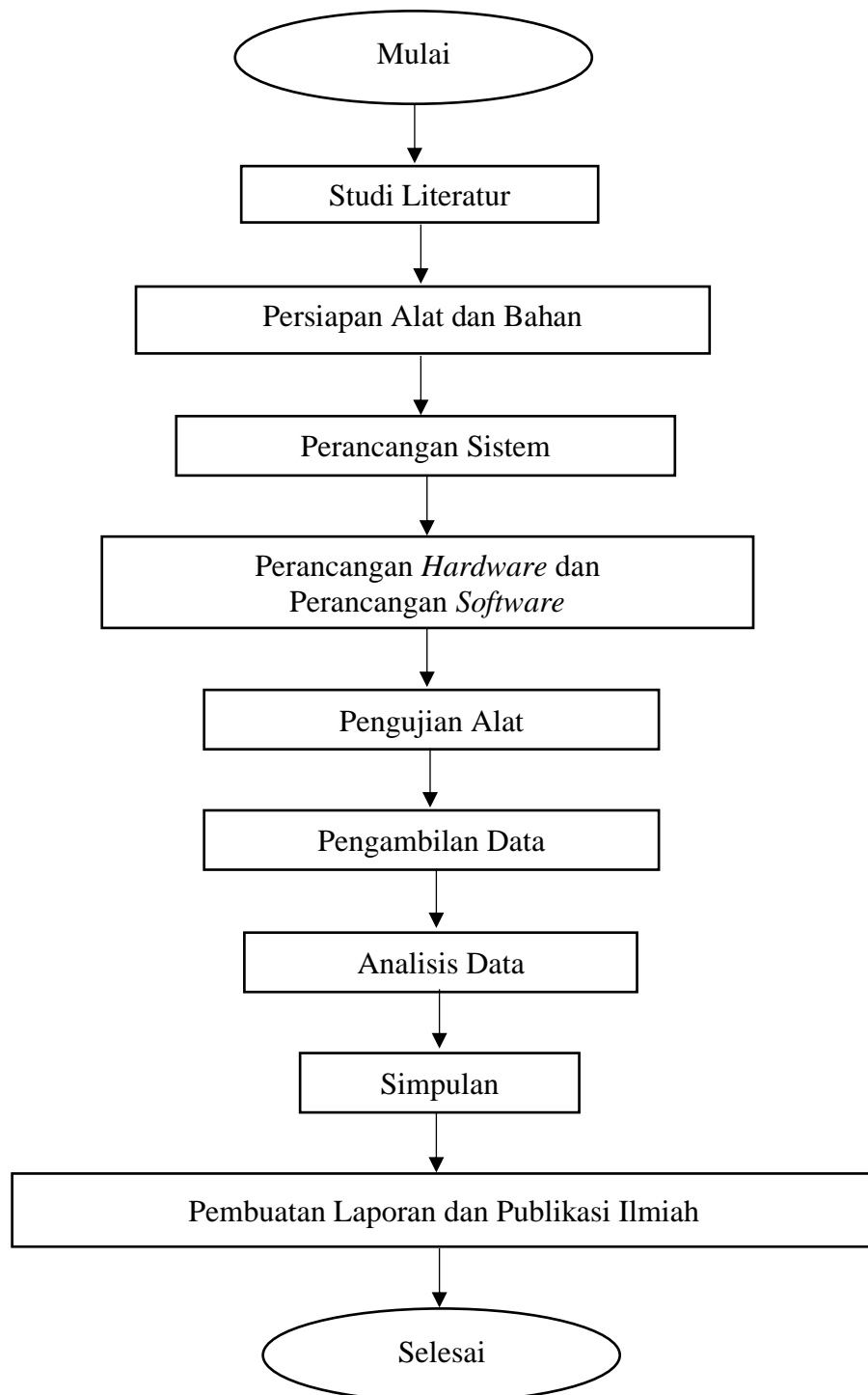
Selanjutnya, bahan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2. Bahan-bahan Penelitian

No	Nama Bahan	Fungsi
1.	Modul MAX30102	Mendeteksi detak jantung dan tekanan darah dengan aliran darah dan saturasi oksigen.
2.	NodeMCU ESP8266	Menjalankan fungsi mikrokontroler.
3.	Kabel <i>Jumper</i>	Menghubungkan dua titik pada sebuah rangkaian elektronik.

3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk membuat alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen guna mengetahui resiko hipertensi pada manusia dengan modul MAX30102 berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan tampilan *website*. Proses dari penelitian ini adalah merancang alat menggunakan sensor *infrared* untuk mendeteksi detak jantung dan kadar oksigen dengan prinsip kerja yaitu, jari telunjuk diletakan pada modul MAX30102 guna mendeteksi aliran darah yang memanfaatkan LED merah dan LED inframerah sebagai pembaca nilai dari detak jantung dan kadar oksigen tersebut. Proses pengukuran detak jantung memanfaatkan perubahan sinyal *photolethysmograph (PPG)* dengan membaca puncak-puncak sinyal. Setiap satu puncak sinyal, menandakan satu detak jantung. Sedangkan, pada pengukuran kadar oksigen akan terjadi proses oksigenasi pada darah yang mempengaruhi banyaknya cahaya yang diserap dan sensor akan mengukur intensitas cahaya yang diterima oleh LED. Selanjutnya sensor akan menghitung rasio antar cahaya dan membandingkannya, kemudian mengonversi menjadi persentase nilai kadar oksigen. Nilai detak jantung normal yaitu 60-100bpm dan kadar oksigen normal yaitu 95%-100%. Apabila terjadi peningkatan detak jantung dan penurunan kadar oksigen, maka resiko terjadinya hipertensi meningkat. Setelah itu, nilai BPM pada detak jantung dan persentase kadar oksigen akan terlihat melalui *website* dan dapat diakses juga menggunakan beberapa *device*, seperti *android* melalui <https://monitoring-detak-jantung-dan-saturasi-oksigen.site>. Prosedur penelitian yang dilakukan dapat digambarkan oleh diagram alir pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.

Berdasarkan diagram alir pada **Gambar 3.1** tahapan penelitian akan dilakukan sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Pada tahap pertama, penelitian dilakukan dengan mencari literatur yang berkaitan dengan penelitian. Hal tersebut bertujuan agar perencanaan serta pelaksanaan penelitian berjalan dengan baik dan sesuai yang diharapkan. Studi literatur diperoleh dari jurnal, buku, skripsi, dan internet.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Tahap kedua yaitu mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian. Alat yang digunakan pada penelitian yaitu, laptop, *software* Arduino IDE, *Sublime Text*, fritzing serta perlengkapan pendukung. Sedangkan, bahan yang digunakan yaitu, modul MAX30102, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan *jumper*.

3. Perancangan Sistem

Tahap ketiga yaitu perancangan sistem. Tahap ini terbagi menjadi dua tahap, yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*.

1) Perancangan *Hardware*

Tahap perancangan *hardware* diawali dengan melakukan *design* rancangan sistem dan alat, cara kerja masing-masing komponen, dan perancangan keseluruhan sistem serta keseluruhan alat.

2) Perancangan *Software*

Tahap perancangan *software* yaitu dengan cara kerja alat secara keseluruhan dalam bentuk *source code* pada program Arduino IDE dan *Sublime Text*, kemudian hasil dari pemrograman akan ditampilkan melalui *website* dengan tampilan nilai yang sudah tersedia pada *database*.

4. Pengujian Alat

Tahap selanjutnya yaitu pengujian alat, pada tahap ini melakukan pengujian alat terhadap kinerja sistem dan alat yang sudah dirancang apakah sesuai atau tidak dan berhasil atau tidak. Pengujian alat monitoring detak jantung dan kadar

oksigen dilakukan dengan alat uji pembandingan yaitu alat pengukur *digital pulse oximeter* untuk mendapatkan persentase akurasi alat.

5. Pengambilan Data

Tahap pengambilan data yaitu dengan mengambil data pada manusia yang berusia >15 tahun dengan jenis kelamin pria dan sample data diambil sebanyak 20 orang untuk pengujian sistem.

6. Analisis Data dan Pembuatan Laporan

Tahap berikutnya yaitu melakukan analisis data yang sudah diperoleh dengan mengetahui ke akurasi alat yang telah dirancang. Tahap selanjutnya pembuatan laporan.

7. Penarikan Kesimpulan

Tahap selanjutnya, penarikan kesimpulan dari pengujian alat, pengambilan data, dan analisis data serta memberikan masukan dan saran untuk pengembangan sistem selanjutnya.

8. Pembuatan Laporan dan Publikasi Ilmiah

Tahap terakhir yaitu pembuatan laporan hasil dari alat instrumentasi yang telah terimplementasikan, serta melakukan publikasi jurnal ilmiah guna penyelesaian tugas akhir.

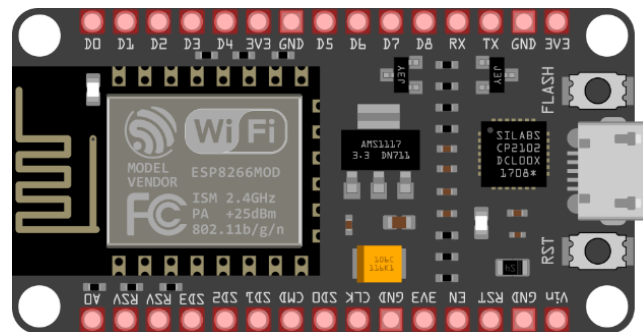
3.4 Perancangan Perangkat

Tahap ini dilakukan dengan perancangan sistem pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen pada manusia dengan modul MAX30102 berbasis *IoT* dengan tampilan *website*. Berikut rancangan sistem perangkat *hardware* dan *software*.

1. Perancangan *Hardware*

a. Mikrokontroler

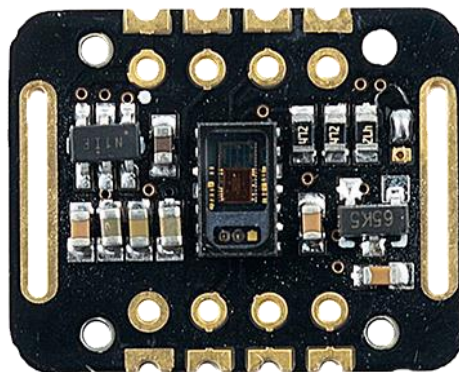
Mikrokontroler merupakan bagian terpenting dalam perancangan sistem monitoring tekanan darah dan detak jantung manusia. Mikrokontroler akan memproses sinyal-sinyal masuk dari sensor *infrared* yang selanjutnya hasil akan ditampilkan pada *website*. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266.



Gambar 3.2. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

b. Sensor

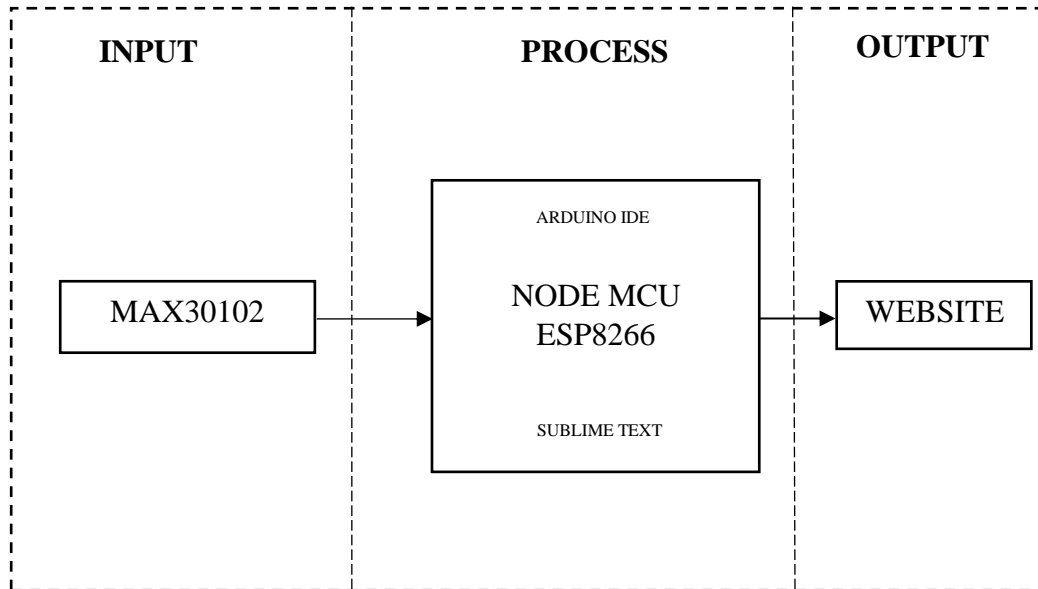
Sensor yang digunakan adalah sensor *infrared* dengan modul MAX30102, sebagai modul monitoring detak jantung dan kadar oksigen pada manusia yang terdapat *infrared* di dalam sensor, sebagai pendeteksi aliran darah agar dapat membaca nilai detak jantung dan kadar oksigen.



Gambar 3.3. Modul MAX30102.

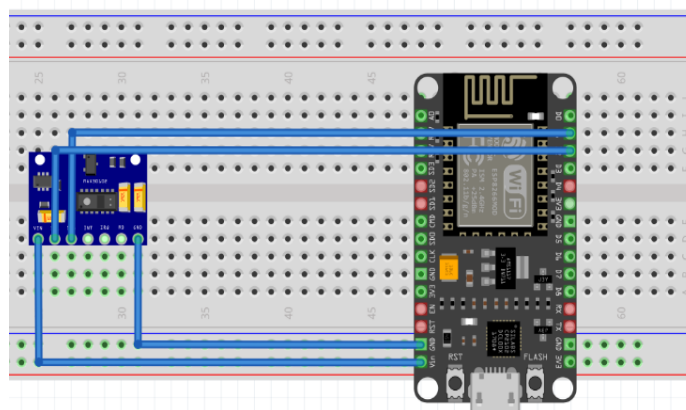
c. Rangkaian Keseluruhan Alat

Diagram blok perancangan keseluruhan alat ditunjukkan pada **Gambar 3.4**.



Gambar 3.4. Diagram Blok Sitem.

Gambar 3.5 merupakan rancangan keseluruhan alat monitoring pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen dengan tampilan *output* melalui *website*.



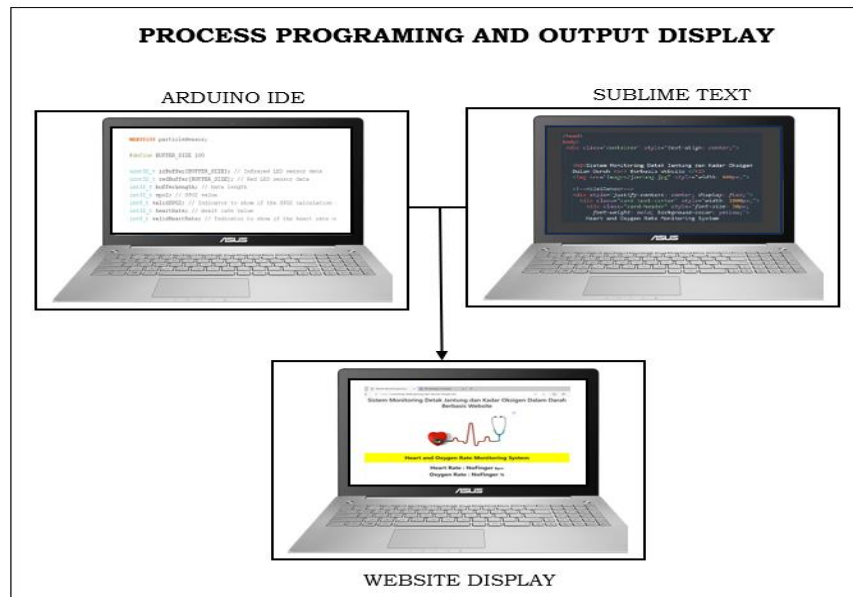
Gambar 3.5. Perancangan Hardware

Berdasarkan **Gambar 3.4** dan **Gambar 3.5** alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen memiliki prinsip kerja alat yaitu modul MAX30102

dihubungkan pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan pin *Vin* ke *Vin*, pin *Ground* ke *Ground*, pin *SDA* ke *pin out D2*, dan pin *SCL* ke *pin out D1*. Selanjutnya akan dilakukan proses pemrograman pada Arduino IDE dan modul akan membaca nilai detak jantung dan kadar oksigen dengan menempelkan jari telunjuk pada sensor *infrared*. Sensor akan mendeteksi aliran darah untuk membaca nilai *Beat per Minutes* pada jantung dan persentase kadar oksigen dalam darah. Terdapat tiga kemungkinan pada pendeteksi, yaitu jika nilai detak jantung berkisar antara 60-100 bpm dan nilai kadar oksigen berkisar antara 95%-100%, maka status “Normal”, jika nilai detak jantung >100 bpm dan nilai kadar oksigen <95%, maka status kemungkinan terjadi “Hipertensi”, jika nilai detak jantung dan kadar oksigen selain dari itu, maka status “Tidak Normal”. Kemudian, hasil tersebut akan terproses dan direkam melalui mikrokontroler dan dilakukan proses pemrograman dengan *source code Sublime Text* sehingga didapatkan *display output* detak jantung dan kadar oksigen melalui *website*.

2. Perancangan Software

Program pengendali pada modul MAX30102 dan NodeMCU ESP8266 dibuat menggunakan Arduino IDE. Program yang dibuat adalah perintah yang akan menampilkan hasil dari nilai detak jantung dan kadar oksigen pada manusia dengan *output display* merupakan nilai bpm detak jantung dan persentase oksigen. Selanjutnya *output* akan tampil pada *website* dan dapat diakses oleh *android*. Proses *output display* dibuat menggunakan aplikasi *software Sublime Text* dengan pemrograman *javascript* dan hasil dari pemrograman tersebut akan terekam pada *database* dan status dapat tampil melalui *website* dan dapat diakses juga melalui *android*. Perancangan *software* dapat dilihat **Gambar 3.6**.



Gambar 3.6. Rancangan Software.

3.5 Pengujian Alat

Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui akurasi alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen serta mengetahui cara kerja modul MAX30102 dalam memantau nilai detak jantung dan kadar oksigen, sehingga alat dapat dimanfaatkan untuk mengetahui resiko terjadinya hipertensi pada manusia. Pengujian dilakukan pada manusia berusia >15 tahun, dengan total sample berjumlah 20 orang. Pengujian alat dilakukan dengan meletakkan salah satu jari pada modul MAX30102, kemudian *infrared* akan mendeteksi aliran darah pada jari telunjuk berada di atas sensor dan menghasilkan nilai detak jantung dan kadar oksigen. Hasil *output* detak berupa *beats per minute* (BPM) dan kadar oksigen berupa persentase (%). Pengujian akurasi alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen dilakukan dengan alat uji pembandingan yaitu alat pengukur *digital* tekanan darah dan alat pengukur *digital pulse oximeter*. Hasil pengujian detak jantung dan kadar oksigen yang dilakukan meliputi uji akurasi dan presisi alat.

1) Akurasi Alat

Pada uji akurasi alat dilakukan pengambilan sampel sebanyak 20 relawan. Pengambilan sampel dilakukan dengan dua cara, pertama mengambil sampel

menggunakan alat ukur digital *Pulse Oxymeter* dan yang kedua mengambil sampel menggunakan Modul MAX30102. Besarnya nilai persentase kesalahan alat dapat dihitung dengan **Persamaan 3.1**.

$$Error = \frac{\text{Nilai pulse oxymeter} - \text{Nilai sensor MAX30102}}{\text{Nilai pulse oxymeter}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Selanjutnya untuk menghitung akurasi alat digunakan **Persamaan 3.2**.

$$Akurasi = 100\% - \left(\frac{\text{Nilai sensor MAX30102} - \text{Nilai Pulse Oxymeter}}{\text{Nilai Pulse Oxymeter}} \right) \times 100\% \dots(3.2)$$

Data pengukuran akurasi alat dimasukam ke dalam **Tabel 3.3** dan **Tabel 3.4**

Tabel 3.3. Data Pengukuran Akurasi Alat Detak Jantung.

No	Nama	Usia	Nilai Detak MAX30102	Nilai Detak <i>Pulse Oxymeter</i>	Akurasi	<i>Error</i>
1.						
2.						
3.						
....						
....						
19.						
20.						

Tabel 3.4. Data Pengukuran Akurasi Alat Kadar Oksigen.

No	Nama	Usia	Nilai Detak MAX30102	Nilai Detak <i>Pulse Oxymeter</i>	Akurasi	<i>Error</i>
1.						
2.						
3.						
....						
....						
19.						
20.						

2) **Presisi Alat**

Untuk pengujian presisi alat, digunakan ralat ketidakpastian atau standar deviasi. Pengukuran sebanyak 5 kali pengulangan dari 20 data terkumpul. Adapun analisis yang dilakukan untuk perhitungan standar deviasi ditunjukkan oleh **Persamaan 3.3** sampai **3.5**.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x-\bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\text{Kesalahan Relatif} = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

$$\text{Presisi} = 100\% - \text{Kesalahan Relatif} \dots\dots\dots(3.5)$$

Selanjutnya, data hasil pengukuran dan perhitungan presisi alat disajikan dalam **Tabel 3.5** dan **Tabel 3.6**.

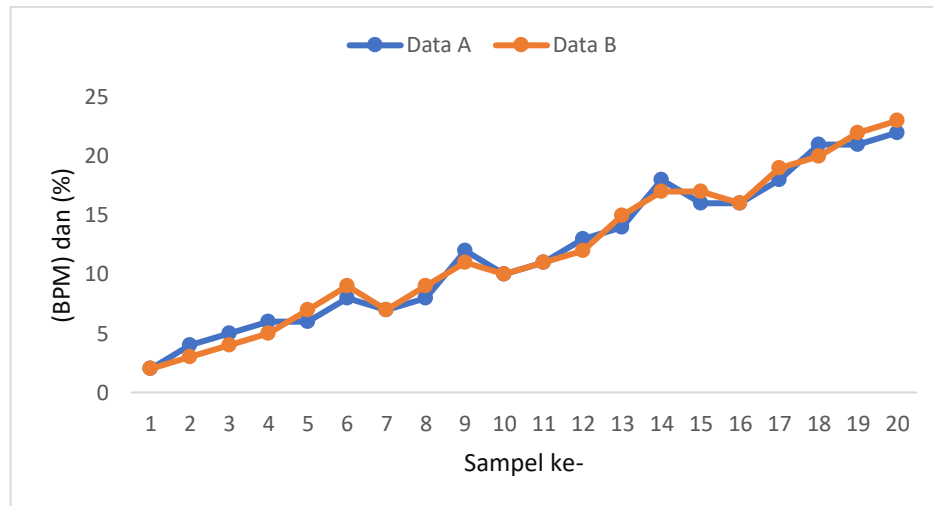
Tabel 3.5. Data Pengukuran Presisi Alat Detak Jantung.

No	Pengukuran Ke- (bpm)					Rata-Rata (bpm)	Presisi Alat (%)
	1	2	3	4	5		
1.							
2.							
3.							
....							
....							
19.							
20.							
Rata-Rata Presisi Alat (%)							

Tabel 3.6. Data Pengukuran Presisi Alat Kadar Oksigen.

No	Pengukuran Ke- (%)					Rata-Rata (%)	Presisi Alat (%)
	1	2	3	4	5		
1.							
2.							
3.							
....							
....							
19.							
20.							
Rata-Rata Presisi Alat (%)							

Selanjutnya, pada nilai akurasi alat **Tabel 3.3** dan **Tabel 3.4** diplot dalam grafik menggunakan *Microsoft Excel* dan *Origin* untuk melihat hubungan kedekatan antara pengukuran menggunakan Modul MAX30102 dan Alat *Digital Pulse Oxymeter* seperti **Gambar 3.7**



Gambar 3.7. Grafik Perbandingan Nilai Sensor dan Pulse Oxymeter.

3) Data Hasil Kesehatan Manusia

Pada pengujian ini, terdapat beberapa relawan yang akan diuji kesehatannya untuk mengetahui kondisi kesehatan relawan tersebut dalam keadaan normal, hipertensi atau tidak normal. Pengukuran uji kesehatan akan dilakukan dengan menggunakan modul MAX30102 untuk mengukur nilai detak jantung dan kadar oksigen. Berikut data hasil kesehatan akan disajikan dalam **Tabel 3.7**.

Tabel 3.7. Hasil Kesehatan Manusia

No	Nama	Usia	Nilai Detak Jantung (BPM)	Nilai Kadar Oksigen (%)	Status Kesehatan
1.					
2.					
3.					
....					
.					
19.					
20.					

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan data hasil *monitoring* dan deteksi nilai detak jantung dan kadar oksigen yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen telah dirancang dan mampu mendeteksi nilai detak jantung, kadar oksigen, dan status kesehatan pada manusia berbasis *Internet of Things* (IoT)
2. Nilai akurasi pada alat pendeteksi detak jantung yaitu 96,8% dengan nilai *error* 3,2% dan nilai akurasi kadar oksigen sebesar 97,02% dengan nilai *error* 2,98%.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Mengembangkan alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen dengan menambahkan *output* berupa *signal* kesehatan detak jantung.
2. Menambahkan fitur yang dapat meminimalisir proses *delay* pada saat menampilkan nilai *output* detak jantung, kadar oksigen dan status kesehatan di *website*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman., Daffa, M., Randy, I.H., Putri, W., Audiena, G., Urifa, N.A. (2023). *Efektif Diagnosis Jantung Peran Sistole, Diastole dan Detak Jantung*. Airlangga University Press. Jawa Timur.
- Aditya, L., & Wahyuni, R. D. (2020). Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Oksigen Non Invasive Menggunakan Sensor Max30100. *Jurnal Elektro*, 8(2), 72-80.
- Adrian, M. A., Widiarto, M. R., & Kusumadiarti, R. S. (2021). Health Monitoring System dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Berbasis Internet of Things (IoT). *J. Petik*, 7(2), 108-118.
- Andi. 2014. *Sistem Informasi Penjualan Online*. Wahana Komputer. Yogyakarta.
- Andi, J. (2015). Pembangunan Aplikasi Child Tracker Berbasis Assisted – Global Positioning System (A-GPS) Dengan Platform Android. *Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika (KOMPUTA)*, 1(1), 1–8.
- Anugrah, D. (2016). Rancang Bangun Pengukur Laju Detak Jantung Berbasis PLC Mikro. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 1(3), 163–170.
- Aurum, A. D., & Fitriani, E. (2024). Prototipe Alat Pendeteksi Detak Jantung, Saturasi Oksigen, dan Suhu Tubuh Berbasis Arduino Mega Menggunakan Fuzzy Sugeno. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 8(1), 393-402.
- Creatifity, J. 2014. *Panduan Cerdas Membangun Website Super Keren*. Elek Media Komputindo. Jakarta.
- Dharmawan, H.A. (2017). *Mikrokontroler Kondep Dasar dan Praktis*. UB Press. Malang.
- Dian, J., Silalahi, F. D., & Setiawan, N. D. (2021). Sistem Monitoring Detak Jantung Untuk Mendeteksi Tingkat Kesehatan Jantung Berbasis Internet Of Things Menggunakan Android. *JUPITER: Jurnal Penelitian Ilmu dan Teknologi Komputer*, 13(2), 69-75.

- EMS, Tim. (2012). *Pengantar PHP dan MySQL*. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta
- ESP8266 Datasheet. (2015). ESP8266EX Datasheet. *Espressif Systems Datasheet*, 1–31.
- Gitman, Y. (2020). *Photoplethysmography (PPG) Sensor Data Sheet*. 2–4.
- Gosal, D., Firmansyah, Y., & Su, E. (2020). Pengaruh Indeks Massa Tubuh terhadap Klasifikasi Tekanan Darah pada Penduduk Usia Produktif di Kota Medan. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 26(3), 103–110.
- Guntur. (2019). *Sistem Kardiovaskuler*. Uwais Inspirasi Indonesia. Makassar.
- Guyenet, P. G., & Bayliss, D. A. (2015). Neural control of breathing and CO₂ homeostasis. *Neuron*, 87(5), 946-961.
- Harianto, B., Hidayat, A., & Hulu, F. N. (2021). Analisis Penggunaan Sensor Max30100 Pada Sistem Pendeteksi Detak Jantung Berbasis IoT Blynk. *Seminar Nasional Teknologi, 2021 (SemanaTECH)*, 238–245.
- Iswanto, & Gandi. (2016). Perancangan Dan Implementasi Sistem Kendali Lampu Ruang Berbasis Iot (Internet of Things) Android (Studi Kasus Universitas Nurtanio). *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, IX(1), 38–46.
- Kitu, N. B., Rohana, N., & Widyaningsih, T. S. T. S. (2019). Pengaruh tindakan penghisapan lendir endotrakeal tube (ett) terhadap kadar saturasi oksigen pada pasien yang dirawat di ruang icu. *Jurnal Ners Widya Husada*, 6(2), 57-64.
- Kurniawan, S. (2010). *Sistem Komunikasi Pertemanan Antar Mahasiswa Ums Berbasis Web Menggunakan Php dan Data Base MYSQL* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Kuspranoto, A. H., Puspita, R., Zuhdi, I., Polbitrada, T. E., Bank, T., Polbitrada, D., & Polbitrada, T. E. (2022). *Monitoring Detak Jantung Dan Kadar Oksigen Berbasis Android Monitoring Heart Rate And Oxygen Saturation*. 3(1), 21–29.
- Lim, H., & Julianto, E. (2021). *Literature Review Penyakit Jantung Koroner Selain itu dalam rokok terdapat bahan kimia yang bernama Reactive Oxygen Species (ROS) yang dapat mengakibatkan nekrosis dengan intensitas banyak maka sel endotel tekanan darah arterial di atas nilai relatif Be*. 15(1).
- Lutfiyah, L., & Awalia, Y. (2022). Alat Pengukur Suhu, Detak Jantung, Saturasi Oksigen, dan Gula Darah Berbasis Internet of Things. *JTET (Jurnal Teknik Elektro Terapan)*, 11(1), 26-31.

- Madona, P. (2016). Akuisisi Data Sinyal Photoplethysmograph (PPG) Menggunakan Photodiode. *Jurnal Elektro Dan Mesin Terapan*, 2(2), 32–41.
- Mahesta, A. A., & Hidayat, M. A. (2022). Rancang Bangun Alat Ukur Detak Jantung Dengan Sensor Easy Pulse Plugin Berbasis Arduino Uno. *MEDIKA TRADA*, 3(1).
- Manual, P. R. (2022). Arduino UNO R3 Features. <https://docs.arduino.cc>, 1–13.
- Maxim Integrated. (2015). Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health. *Lecture Notes in Energy*, 38, 1–29.
- Muhajirin, M., & Ashari, A. (2018). Perancangan Sistem Pengukur Detak Jantung Menggunakan Arduino Dengan Tampilan Personal Computer. *Inspiration : Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 8(1).
- Muthmainnah, M., Tabriawan, D. B., & Tazi, I. (2022). Karakterisasi Sensor MAX30102 Sebagai Alat Ukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Berbasis Photoplethysmograph. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(3), 726-731.
- Nabila Alyssia, & Nuri Amalia Lubis. (2022). Scooping Review: Pengaruh Hipertensi Terhadap Penyakit Jantung Koroner. *Jurnal Riset Kedokteran*, 73–78.
- Panjaitan, G. F. B., Widasari, E. R., & Syauqy, D. (2023). Implementasi Metode K-Nearest Neighbor untuk Sistem Deteksi Covid-19 berdasarkan Suhu Tubuh dan Kadar Oksigen. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(1), 162-168.
- Peranginangin, K. (2006). *Aplikasi WEB dengan PHP dan MySQL*. Andi. Yogyakarta.
- Ronny., Setiawan., Sari, F. (2018). *Fisiologi Kardiovaskular*. Penerbit Buku Kedokteran ECG. Bandung.
- Simangunsong, K., Handayani, R., & Sani, M. I. (2020). Pengembangan Aplikasi Monitoring Daya Listrik Rumah. *eProceedings of Applied Science*, 6(3).
- Sugiarto, S., & Herdiansyah, R. (2022). Perancangan Alat Ukur Saturasi Oksigen dan Detak Jantung Berbasis Arduino dengan Menggunakan Sensor MAX30100 dan LCD. *Scientia Sacra: Jurnal Sains, Teknologi dan Masyarakat*, 2(4), 62-69.
- Surniawan & Mardiani, E. (2014). *Aplikasi, Penjualan Dengan Visual Basic, Xampp, dan Data Report*. Elex Media Komputindo, Universitas Komputer Indonesia.

Susanti, M. A. (2023) Hubungan Kadar Interleukin 6 (IL-6) dengan Kadar Small Dense-Low Density Lipoprotein (sd-LDL) pada Pasien Penyakit Jantung Koroner (PJK). Penerbit NEM. Makassar.

Zulfa, I. M., Rahmawati, Y. A., & Angraini, P. F. (2022). Potensi Interaksi Antar Obat dalam Peresepan Rawat Jalan Pasien Penyakit Jantung Akibat Hipertensi. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 19(1), 90–97.