

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian [1] dalam penelitian ini dibuat sebuah system untuk melakukan pemantauan detak jantung dan suhu tubuh manusia secara wireless. Alat yang dibuat memanfaatkan sensor pulsa yang dapat mendeteksi detak jantung, dengan LM35 berfungsi sebagai pendeteksi suhu tubuh, Arduino nano sebagai pengelolaan data serta NRF24L01 berfungsi untuk media pengirim data secara *wireless*. Sistem ini melakukan pendeteksian detak jantung serta suhu tubuh dengan cara *realtime*. Dapat dilihat dari hasil pengujian yang telah dilakukan tingkat keberhasilan pada alat ini dalam melakukan pendeteksian denyut jantung adalah 97,17% dan pada pengukuran suhu tubuh tingkat keberhasilannya adalah 99,28%. Pada proses kirim data system dalam melakukan proses pengiriman data secara *wireless* dalam keadaan lancar dengan jarak maksimal 15 meter dengan *obstacle*.

Penelitian [3] dalam penelitian ini membahas mengenai sistem untuk memonitoring *Heart Rate* dan oksigen dalam darah dengan LoRa. Pada penelitian ini membuat system pemantau *heart rate* dan oksigen dengan memakai modul Lora Ra-02 dan dimonitoring memakai aplikasi yang dibuat untuk memudahkan kinerja medis sebagai pemantau keadaan pasien. Pengujian dilakukan dengan sensor MAX3010 dengan melakukan percobaan melihat dari 5 keadaan yang berbeda-beda dengan memantau dari 3 jari yang memiliki nilai error paling kecil disbanding jari lain. Hasilnya setiap kondisi mendapatkan nilai yang berbeda-beda. Ada beberapa kondisi yaitu kondisi setelah berolahraga, kondisi saat bangun tidur. Dimana keadaan nilai saat berolahraga nilai heart rate yang dihasilkan lebih tinggi dari keadaan lain, dan saat bangun tidur kondisi nilai heart rate dalam keadaan terkecil. Pada proses pengujian agar pembacaan sensor baik sangat dianjurkan pengukuran dilakukan dengan Gerakan yang minim, supaya nilai yang terbaca tidak mengalami perubahan yang jauh. Hasil pengujian dilakukan dengan 10 parameter dengan nilai error pada heart rate sebesar 4,78 % dan pada oksigen error nya sebesar 1,94 % dilihat dari lima kategori pada pengujian.

Penelitian [4] pada penelitian ini membuat Gelang yang dapat melakukan pengukuran detak jantung dan suhu tubuh yang terintegrasi dengan *Internet of Things (IoT)*. Hasil dari penelitian ini yaitu gelang yang berfungsi melakukan pengukuran detak jantung serta temperature tubuh pada manusia dengan metode PPG *reflectance* yang mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan metode transmisi. Metode dengan menggunakan PPG *Reflectance* dilakukan dengan penguatan gelombang jika Cahaya dipantulkan dari sumber Cahaya yang ditempatkan sejajar dengan sensor Cahaya. Posisi pengukurannya juga fleksibel. Alat ini dirancang dengan menggunakan sebuah sensor MAX30102 dengan mikrokontroler Arduino nano yang di hubungkan dengan *RemoteXY* sebagai aplikasi yang terdapat pada smartphone dengan tambahan Bluetooth HC-05 modul. Jarak batas jangkauan antara alat dengan android yang terhubung melalui Bluetooth HC-05 sejauh 46,5 m pada lapangan terbuka tanpa adanya halangan. Hasil pengujian alat ini memiliki nilai keakurasian rata-rata lebih dari 90 % dengan membandingkan keakurasian antara sensor MAX30102 dengan Oxymeter yaitu 98,754%. Serta nilai keakurasian antara sensor MAX30102 dengan thermometer digital yaitu 99,52%.

Penelitian dengan [5] pembahasan mengenai Sistem yang dapat memonitoring tekanan darah dan suhu tubuh berbasis *Internet of Things* menggunakan android. Pada penelitian merancang sebuah alat pendeteksi yang mengukur tekanan darah serta suhu tubuh menggunakan sensor MPX5050DP dengan DS18B20. Dimana sensor MPX5050DP berfungsi untuk mengukur tekanan darah, sedangkan DS18B20 berfungsi untuk mendeteksi suhu dan hasil pembacaan data pada alat akan ditampilkan pada android. Hasil data pengujian yang telah dilakukan mendapatkan nilai *error* dari pengujian sensor MPX5050DP dengan besar nilai 1,13 % pada tekanan darah sistoliknya, pada tekanan darah diastolik sebesar 0,95 %, dan nilai *error* pada sensor MAX30100 sebagai sensor suhu yaitu 0.5 %.

Penelitian [6] dihasilkan suatu alat yang bisa dimanfaatkan untuk penderita COVID-19 di Indonesia terkhusus. Metode yang dipakai pada proses analisa dari penelitian ini yaitu metode perbandingan, dimana metode perbandingan ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran antara pembacaan alat yang

telah dirancang pada penelitian ini dengan alat yang sudah ada sebelumnya sebagai kalibrasi. Contohnya *oxymeter* dan *thermometer*. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini ada 2 macam pengujian yaitu denyut jantung dan saturasi. Pada saat pengukuran denyut jantung *error* yang dihasilkan adalah sebesar 4.12% dan pada pengukuran saturasi oksigen 1.27% serta suhu sebesar 0.35%. Hasil pembacaan data pada pengukuran alat ini selanjutnya ditampilkan di website thingspeak.com berupa grafik. Kecepatan internet pada proses pengiriman data pada alat ini yaitu 1,27 mbps dengan keberhasilan pengiriman 16 dari 220 data dengan delay 16-60 *second*.

Penelitian [7] membuat alat yang dipergunakan untuk memonitoring denyut jantung dengan menggunakan sensor ESP8266 yang merupakan modul komunikasi yang dapat terhubung melalui Wifi dengan biaya yang cukup rendah dan menggunakan OpenSID untuk databasenya. Adapun metoda yang dipakai dalam penelitian ini membuat prototype alat yang diawali dengan merancang sistem yang direalisasikan dalam alat yang dibuat. Pengujian pada alat ini memiliki 2 tahap yaitu pengujian pada Pulse sensor dengan mikrokontroler ESP8266 serta pengujian pada alert sistem. Adapun hasil dari proses pengujiannya adalah dengan menghasilkan alat yang mempunyai alert system yang dapat mengirim SMS kepada medis jika terjadi masalah pada nilai detak pada jantung saat kurang dari 60 BPM dan lebih dari 100 BPM. Dalam proses pengiriman SMS waktu yang diperlukan adalah 7 sampai 8 detik.

Penelitian [8] dilakukan untuk merancang sebuah alat untuk monitoring kesehatan pada jantung dengan memanfaatkan jaringan online. Monitoring dilakukan dengan menggunakan kombinasi system antara system pakar *Variabel Centered Intelligence Rule system (VCIRS)*, mengukur detak jantung *BPM (Beat per Minute)* menggunakan *Internet of Things (IoT)*. Tujuan dari dibuatnya alat ini adalah untuk melakukan monitoring Kesehatan pada jantung serta melakukan pendeteksian penyakit jantung dari dini yang dapat dilakukan secara mandiri. Output dari system yang digunakan yaitu pemberitahuan kepada pengguna jika memiliki kondisi jantung yang sehat atau sedang menderita gejala penyakit jantung, selanjutnya akan dianalisa oleh pengguna dengan cara mencocokkan gejala-gejala sesuai dengan yang tertera pada form yang telah disediakan. Adapun hasil pengujian dan Analisis yang telah dilakukan pada sistem dapat dikatakan jika

prototype alat monitoring kesehatan jantung ini sudah dapat menganalisa serta berfungsi dengan sebagaimana mestinya. Hasil pengukuran oleh pengguna dengan melakukan pengecekan data nilai BPM, jika keadaan nilai BPM tidak berada pada batas normal 60 -100 BPM dalam kurun waktu yang relative lama sehingga dapat melakukan proses selanjutnya yaitu menggunakan sistem pakar dengan memilih gejala-gejala yang terdapat pada form di *system* online. Data yang telah diinput oleh pengguna yang pada form dengan otomatis system Variable Centered Intelligence (VCIR) akan dilakukan pengolahan data dan hasil akhir dapat di pantau secara online.

Penelitian [9] dengan pembahasan pemgenai analisis dari penggunaan sensor MAX30100 pada sistem deteksi detak jantung manusia berbasis IoT dengan aplikasi *blynk* sebagai penampil data. Pada jurnal ini dijelaskan proses analisis sensor MAX30100 dari alat yang dapat mengukur detak jantung berbasis *cloud* (IoT). Adapun metode yang dipakai pada pembuatan penelitian ini yaitu studi literatur, perancangan, pembuatan alat, serta analisis keakurasian sensor yang dipakai pada sistem yang dibuat. Sistem ini dibuat agar mampu memberi informasi keadaan kesehatan pada penggunanya dengan cara menampilkan nilai data denyut jantung dan SPO2 secara realtime dan dapat diakses secara jarak jauh. Alat yang dipakai yaitu NodeMCU ESP8266 12-E sebagai mikrokontroler yang menghubungkan perangkat ke sistem cloud (IoT), sensor MAX30100 sebagai pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen dalam darah yang dapat di cek pada ujung jari, untuk menampilkan hasil pengukuran dalam bentuk data ditampilkan melalui OLED display dan aplikasi *blynk* pada *smartphone*. Penelitian ini menghasilkan suatu alat yang bisa mengukur detak jantung, kadar oksigen dalam darah berbasis IoT yang memiliki tingkat keakurasian 96,2% untuk pengukuran detak jantung dan 98,43% untuk pengukuran kadar oksigen dalam darah (SPO2).

Penelitian [10] dengan tujuan merancang alat monitoring detak jantung dan saturasi oksigen berbasis *Internet of Things* menggunakan *platform blynk*". Pada penelitian dibuat alat yang berfungsi melakukan monitoring detak jantung dan kadar oksigen dalam darah. Pada alat ini menggunakan android sebagai pengaplikasian untuk media pemantauan dengan memanfaatkan bantuan dari *Internet of Things (IoT)*. Alat ini menggunakan sensor MAX30100 sebagai sensor

pendeteksi denyut jantung dan kadar oksigen dalam darah. Hasil pembacaan data akan di tampilkan pada *handphone* melalui aplikasi *blynk*. Metode pengujian pada alat ini dilakukan dengan membuat perbandingan pengukuran antara alat yang telah dirancang dengan alat pembanding (*fingertip pulse oximeter*). Hasil yang didapat yaitu pada BPM memiliki persentase error tertinggi sebesar 0,003% dan SPO2 sebesar 0,04%. Dengan hasil rata-rata errornya dari data yang didapat adalah 0,008% untuk BPM dan 0,014% untuk SPO2. Dari hasil Analisis yang telah dilakukan persentase error dari alat tidak berlebihan dan bahkan dibawah 10% dari tingkat kegagalan alat.

Penelitian [11] dilakukan untuk membuat sebuah alat yang bertujuan untuk dapat menghasilkan prototipe yang dirancang untuk membangun sistem sebagai pendeteksi denyut jantung dengan memakai metode *pulse* sensor berbasis IoT (*Internet of Things*) yang difungsikan untuk melakukan proses monitoring kondisi Kesehatan pada detak jantung secara *realtime*. Penelitian ini menghasilkan bahwa ada 6 sampel pengujia yang dilakukan dengan aktifitas yang berbeda. Hasil keakuratan pengukuran detak jantung memiliki tingkat nilai error 1,05% (*oximeter*) dan 1,09% untuk stetoskop sebagai kalibrasinya. Adapun nilai selisih dari 2 proses pengukuran adalah 0,04%. Kategori keadaan Kesehatan atau aktifitas telah sesuai dengan tabel referensi *Top End Sport Resting Heart/American Heart Association* yang menggunakan pengintegrasian tiga *via transfer* data antara lain *Internet of Things (IoT)*, SMS dan *Bluetooth*.

Penelitian [12] dengan membahas perancangan alat dengan mengimplementasikan *Internet of Things* Sebagai pemantau denyut jantung dan suhu tubuh berbasiskan *thingspeak*. Pada penelitian menggunakan Arduino nano yang merupakan mikrokontroler sebagai tempat melakukan pemrosesan data dari sensor AD8232 yang berfungsi sebagai pendeteksi denyut jantung. Sedangkan, sensor DS18B20 berfungsi sebagai pendeteksi suhu tubuh. Untuk wemod D1 mini dipakai untuk media pengiriman data dengan menggunakan *Internet of Things (IoT)* kedalam *website thingspeak* sehingga dengan mudah dilakukan pemantauan secara jarak jauh melalui *website interface* dan *smartphone interface*. Hasil dari penelitian ini adalah pengujian dilakukan pada kedua sensor. Dimana pembacaan pada sensor AD8242 memiliki tingkat keakurasian 98,86%, dan untuk sensor

DS18B20 memiliki nilai keakuratan alat 98,3% saat dilakukan pengiriman ke *website thingspeak*.

Penelitian [13] peneliti membuat alat yang dapat memantau detak jantung secara portable dengan memanfaatkan sistem IoT. Penggunaan desain protabel dibuat untuk memudahkan pengguna agar dapat dibawa kemanapun, dan dengan mudah dipakai oleh setiap pasien yang dalam kondisi rawat jalan. Untuk fungsi pada IoT agar pihak tenaga medis dapat melakukan pemantauan kondisi pasien dengan jarak jauh dan secara berkala. Pada alat ini menggunakan sensor ECG AD8232 digunakan untuk sensor pendeteksi detak jantung dan DS18B20 sebagai pendeteksi suhu tubuh yang terhubung ke mikrokontroler. Pada penelitian ini dilakukan proses pengujian pengukuran detak jantung dengan jumlah 100 sample dengan rentang umur 11-17 tahun. Hasil dari pengujian ini yaitu dengan melihat perbedaan dimana detak jantung dalam batas maksimal berdetak 5 detak/permenit dan berbeda dari pengukuran suhu tubuh dengan maksimal 2 °Celcius. Hasil dari standar deviasi pada detak jantung adalah 1,3676 dan standar deviasi pada pengujian suhu adalah 0,5916. Dengan ini alat ukur yang dibuat cukup efektif untuk digunakan. Pada pengukuran suhu ada 23 sampel yang terdeteksi memiliki suhu tubuh lebih dari 37.5 dan nilai maksimal suhu tubuh yang terdeteksi adalah 38 °C dengan jumlah 1 sampel. Dari hasil pengukuran suhu semua sample masih dalam keadaan normal sehingga tidak ada peringatan pada sistem. Namun jika sample yang diukur lebih dari 38 °C maka akan muncul peringatan dan juga saat detak jantung tidak dalam keadaan normal.

Penelitian [14] dengan Pembahasan mengenai sistem yang dirancang untuk monitoring denyut nadi dan saturasi oksigen dalam darah dengan sensor MAX30100 yang di pantau melalui telegram. Pada penelitian yang dikerjakan, dirancang sebuah sistem monitoring saturasi oksigen dan denyut nadi didalam darah, dengan sensor MAX30100 yang berbasis IoT pengiriman *via Telegram*. Pada alat ini hasil pembacaan data saturasi oksigen dan denyut nadi ditampilkan pada LCD dan *buzzer* yang letakkan pada rangkaian alat. *Buzzer* akan hidup dan berbunyi jika keadaan denyut nadi dan saturasi oksigen lebih atau kurang dari batas normal. Dimana batas normal saturasi oksigen yaitu sebesar 95%-100% dan denyut nadi 60-100 BPM. Dari hasil penelitian sudah sesuai dimana buzzer tidak berbunyi

pada saat dalam keadaan saturasi oksigen dan denyut nadi normal. Proses monitoring menggunakan telegram dilakukan pada jarak 1 KM - 58KM dengan keadaan kondisi sinyal stabil. Hasil *error* pada pengukuran saturasi oksigen adalah 0,96%, dan pada denyut nadi (BPM) sebesar 1,63%.

Penelitian [15] ditujukan untuk melakukan pengujian terhadap sistem yang dapat merekam detak jantung dengan melakukan perbandingan dengan alat yang telah tersedia sebelumnya yaitu *oxymeter*. Pada proses penelitian ini menggunakan beberapa tahapan alur perancangan yang dijelaskan secara garis besar sesuai dengan tahapan yang dikerjakan. Hasil dari penelitian ini adalah membandingkan detak jantung saat berbagai keadaan. Dari penelitian yang dilakukan saat keadaan setelah berolahraga nilai detak jantung sangat tinggi yaitu 114,4 bpm dibandingkan saat dalam keadaan makan yaitu sebesar 90,8 bpm dan dalam keadaan santai 66,6 bpm. Hasil keseluruhan yang didapat dari pengujian yaitu 60 % jumlah total orang ada 3 orang yang didapatkan mempunyai detak jantung yang sama persis saat menggunakan alat yang dibuat dengan alat yang telah disediakan (*oxymeter*). Keakurasian rata-rata dari sistem perekam denyut jantung yang telah dibuat dengan *oximeter* relatif kecil yaitu 1-2 bpm.

Penelitian [16], adapun pembahasan pada penelitian ini adalah proses monitoring denyut jantung dan suhu tubuh yang diintegrasikan dengan android memanfaatkan teknologi *Internet of Things*. Pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem pemantauan yang diintegrasikan dengan *smartphone* dengan menggunakan prinsip *health from home*. Alat ini dapat memonitoring detak jantung menggunakan sensor detak jantung (*pulse heart rate sensor*) dan suhu tubuh dengan sensor DS18B20 yang merupakan sensor suhu. Dari hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem ini dapat dipakai sebagai alat pamntau Kesehatan dengan jarak jauh dengan nilai keakurasian alat dengan nilai 98.57% dan keakurasian pembacaan sensor DS18B20 dengan nilai 98.55%. Dan untuk hasil pembacaan nilai QoS (*Quality of Service*) menghasilkan nilai *throughput* 9.93 Kbit/s, *delay* 0.25 s, dan *packet loss* 0%.

Penelitian [17]ditujukan untuk membuat rancangan alat dan menguji sebuah sistem monitoring denyut jantung berbasis IoT dengan menggunakan protocol XMPP (*Extensible Messaging and Presence Protocol*). Sistem ini dirancang

dengan melakukan proses pengintegrasian modul AD8232 yang terhubung ke server MXPP melalui mikrokomputer Raspberry Pi dan akah terhubung ke *interface website*. Interface ini berfungsi untuk menampilkan nilai *beat per minute (BPM)*, waktu pengiriman dan penerimaan pesan XMPP dengan hasil yang didapat dari sensor AD8232. Wireshark digunakan untuk melakukan Pengukuran kinerja QOS (*Quality od Service*). Hasil pengukuran nilai BPM digunakan untuk melihat tingkat keakurasian sensor AD8232 pada alat dengan melakukan perbandingan antara oximeter sebagai acuan. Hasil yang didapat dari pengukuran alat memperoleh jumlah delay sebesar 342,857 ms dengan nilai throughput 0,0009257 bps hal ini tergolong dalam sistem IoT yang bagus. Keakuratan pada alat ini setelah dibandingkan dengan oximeter sebesar 59,918% dengan penggunaan biaya yang rendah namun sudah bisa diakses banyak perangkat dalam berbagai macam sistem monitor.

Penelitian [18] membuat alat dari kombinasi sensor berbasis IoT untuk mengukur suhu, detak jantung dan saturasi oksigen. Alat ini menggunakan teknologi internet yang serba cepat dan lebih maju. Dengan menggunakan sensor MAX30102 sebagai sensor untuk mendeteksi denyut jantung dan saturasi oksigen (Spo2) dengan penambahan sensor DS18B20 yang berfungsi mendeteksi suhu tubuh. Tegangan yang dipakai pada alat ini berkisar 3 – 5 VDC sehingga dapat diperoleh hasil rekaman Kesehatan yang bisa ditampilkan pada layer LCD dan juga diintegrasikan ke dalam aplikasi *smartphone* karena modul ESP8266 sudah terintegrasi ke dalam mikrokontroller. Hasil dari perangkat yang dibuat dapat melakukan monitoring jarak jauh melalui aplikasi *blynk* pada *smartphone* yang telah terhubung melalui IoT. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan akurasi pada perangkat bernilai 98,78% saat melakukan pengukuran pada saturasi oksigen, sedangkan saat mengukur denyut jantung nilai keakurasian alat sebesar 95,12% dan untuk suhu tubuh nilai keakurasian alat ini sebesar 99,07% [18]

Penelitian [19] peneliti membuat sebuah sistem alat yang bisa berguna untuk memudahkan dalam mengukur dan memantau detak jantung serta suhu tubuh manusia dengan pulse sensor dan sensor MLX90614 yang merupakan sensor suhu. Penelitian ini menghasilkan alat menggunakan sensor yang di kontrol melalui NodeMCU sebagai mikrokontroller dan ditampilkan pada laptop.

Penelitian[20] ditujukan untuk merancang alat dan melakukan pengimplementasian sistem pendeteksi detak jantung dengan sensor serta melakukan pengukuran kinerja dari sistem yang telah dibuat. Hasil dari penelitian ini adalah dimana dilakukan pengukuran sensor MAX30102 dalam waktu setiap 15s dan OMRON dengan waktu yang lebih lama. Dari pengukuran dengan jumlah 10 sample diketahui selisihnya sebesar 0, 1, 0, 13, 0, 7, 0, 2, 1, 2 BPM dengan rata-rata 2,6. Dengan mengukur hasil tekanan oksigen, dan adapun kesimpulannya adalah sistem IoT bisa digunakan untuk melakukan pendeteksian detak jantung secara terintegrasi dan *realtime*.

Penelitian [21] alat yang dibuat pada penelitian ini memanfaatkan sistem IoT (*Internet of Things*), yang mana alat yang dibuat ini memakai *sensor heart rate* dan SPO2 MAX30100, dengan Arduino nano sebagai mikrokontroler serta ESP01 tempat pengolah data dan penghubung ke jaringan WiFi. Hasil pembacaan data akan di tampilkan pada aplikasi android Bernama *blynk*. Dapat dilihat bahwa hasil selisih dari pembacaan data nilai *heart rate* serta saturasi oksigen dengan alat dan kalibrasinya memiliki nilai terbesar 0,8% pada *heart rate* dan 1 % nilai saturasi oksigen. Proses pengiriman hasil data dari pembacaan pada sensor detak jantung dan saturasi oksigen telah sukses dipantau secara langsung melalui *handphone* [21]

Penelitian [22] para peneliti membuat sistem atau perangkat yang berfungsi untuk memantau detak jantung untuk melakukan pendeteksian Kesehatan. Alat ini menggunakan wemos yang berfungsi sebagai mikrokontroler dan sensor pulsa yang dapat membaca nilai detak jantung dalam satuan *beat per minute*. Hasil pembacaan data saat pengujian yang didapat dari pengujian ini adalah 50-60% responden yang di deteksi dikategorikan dalam keadaan detak jantung yang normal. Dimana saat keadaan detak jantung normal fungsi pada jantung akan lebih baik dan efisien kinerjanya. Cara agar jantung tetap sehat bisa dilakukan dengan cara salah satunya berjalan kaki.

Penelitian [23] yang membahas dengan menerapkan mini *board Internet of Things* menggunakan mikrokontroler untuk melakukan proses monitoring Kesehatan pada lansia. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat seperti NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang disertai dengan sensor max30102 sebagai pengukur detak jantung serta sensor MLX96014 sebagai

pendeteksi suhu tubuh. Hasil yang didapatkan dari pengukuran alat ini merupakan bagian dari informasi medis yang tersimpan dan di dukung dengan adanya teknologi cloud (*Internet of Things*). Pada alat ini mikrokontroller NodeMCU yang digunakan ada 2 buah yang terhubung ke masing-masing sensor. Tingkat keakurasian pada alat ini yaitu pada suhu tubuh 80% akurat dengan thermogun. Sensor detak jantung aktif setelah pengguna menunggu 3 -10 detik.

Penelitian [24] membuat suatu alat yang bisa melakukan proses pengukuran pada detak jantung dengan memakai metode PPG. Dengan menggunakan sensor MAX30102 untuk inputnya. Hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada *handphone*. Proses pengukuran detak jantung menggunakan alat ini dengan cara meletakkan permukaan ujung jari ke atas sensor MAX30102 dalam waktu 10 detik. Dimana gelombang Cahaya yang akan di pantulkan oleh sensor yang akan menyentuh permukaan pada jari. Berubahnya volume pada darah dapat mengakibatkan berubahnya intensitas Cahaya dari sensor. Dari hasil data pengukuran yang telah dilakukan didapatkan rata-rata nilai deviasi sebesar 1,176. Dengan nilai keakurasian pada perbandingan antara alat dengan pulse oximeter sebesar 98,804%.

Penelitian [25] ditujukan penulis untuk membuat sebuah alat yang dapat melakukan proses monitoring detak jantung berbasis IoT untuk pelari dengan jarak 100meter yang didapat dipakai saat dilapangan dengan melakukan pengiriman data secara *real time*. Hasil pengujian sensor ini dapat dinyatakan bahwa alat yang dirancang berfungsi dengan baik. Hal ini karena hasil pengujian memiliki error yang cukup kecil yaitu sebesar 0,4 % dengan maksimal jarak antara alat ke wifi sekitar lebih dari 70meter. Dan data yang terbaca masuk dalam keadaan baik pada server.

Penelitian [26] para peneliti membuat suatu alat yang digunakan dalam melakukan pengukuran suhu, denyut jantung, dan kadar saturasi oksigen dalam darah yang dipantau secara jarak jauh memakai aplikasi pada *handphone* yaitu *blynk*. Untuk membuat alat ini peneliti menggunakan 2 buah mikrokontroller yang terhubung satu dengan yang lain yaitu Arduino uno dan nodeMcu sebagai penghubung ke layanan jaringan. Dengan memakai 2 buah sensor yaitu sensor MLX90614 yang dipakai mengukur tempetarute pada tubuh dan sensor MAX30100

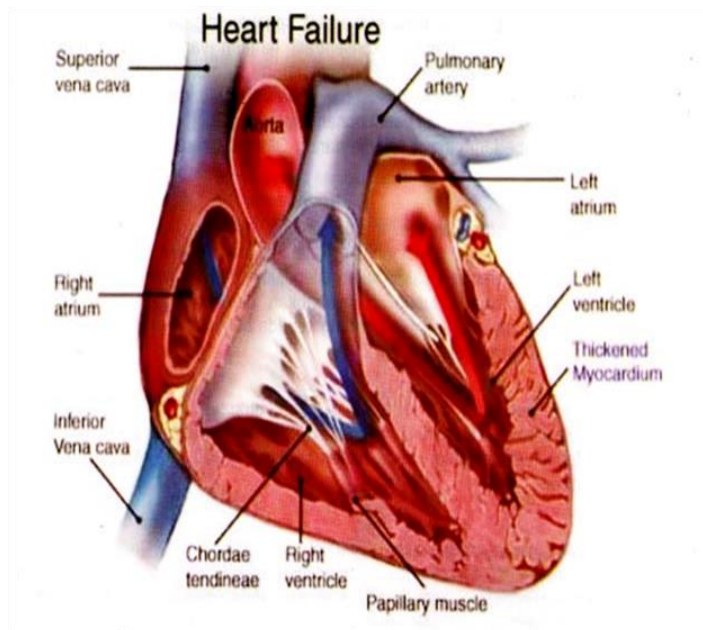
sebagai pengukur detak jantung dan saturasi oksigen. Adapun hasil dari pengukuran pada alat ini akan ditampilkan pada LCD 20 x 4 dan akan di tampilan juga pada aplikasi android *blynk*. Dari hasil pengukuran secara keseluruhan pada alat ini dapat dilihat bahwa alat yang diteliti dan dibuat dapat bekerja dengan baik memiliki persentase error yang rendah. Dimana pengukuran suhu tubuh menghasilkan error sebesar 3,4%, pengukuran denyut jantung memiliki error sebesar 1,8% dan yang terakhir pada saturasi oksigen sebesar 3,21%.

Penelitian [27] ditujukan untuk melakukan perancangan dan pembangunan alat yang difungsikan untuk pemantauan pada denyut jantung dan kadar oksigen dalam darah dengan *Internet of Things (IoT)* yang dapat dilakukan pemantauan secara real time dan juga daring. Notifikasi akan dikirimkan ketika saturasi oksigen pada pasien turun dari kondisi normal. Input sistem ini yaitu detak jantung dan SPO2 yang berasal dari sensor MAX30100 dan kemudian diproses oleh WeMos D1 Mini. Hasil akan di tampilkan pada bagian output berupa OLED display module dan platform ubidot melalui wifi router. Hasil dari penelitian ini adalah berhasil mengembangkan alat pemantauan denyut jantung dan kadar oksigen yang berbasis IOT sebagai pendeteksi dini gejala dari *silent hypoxia* dengan hasil error perangkat yang diperoleh yaitu sebesar 0,60% untuk saturasi oksigen dan 0,35% untuk denyut jantung.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Denyut Jantung

Didalam tubuh manusia, darah dipompa oleh denyut jantung menuju seluruh tubuh oleh jantung melewati pembuluh darah yang disebut arteri. Sehingga pembuluh darah arteri mengalami peregangan dan pengecilan. Untuk pengukuran denyut jantung, dapat dilakukan pada pembuluh darah arteri dengan menggunakan *photoplethysmography*. Pada bayi saat dalam keadaan istirahat denyut jantung normalnya berkisar 90-100 BPM, pada balita sekitar 100-130 BPM, pada anak-anak berkisar 90-100 BPM, pada remaja adalah 80-100 BPM, pada orang dewasa 60-100 BPM dan untuk atlet berada di bawah 40 BPM. Seiring semakin bertambahnya usia, denyut jantung menurun [28]



Gambar 2. 1 Jantung Manusia

Gambar 2.1 merupakan gambar jantung manusia dan bagian-bagiannya, fungsi jantung pada manusia adalah untuk memompa darah keseluruh tubuh.

2.2.2 Sirkulasi Darah

Sirkulasi darah terdiri dari darah sebagai media pengangkut dimana zat-zat yang akan diedarkan terlarut atau terjadi pengendapan, pembuluh darah yang berguna untuk saluran yang membawa dan menjalankan darah dari jantung ke seluruh bagian dalam tubuh dan mengembalikannya menuju ke jantung, dan jantung yang bertanggung jawab untuk melakukan proses pompa darah keseluruh jaringan[29].

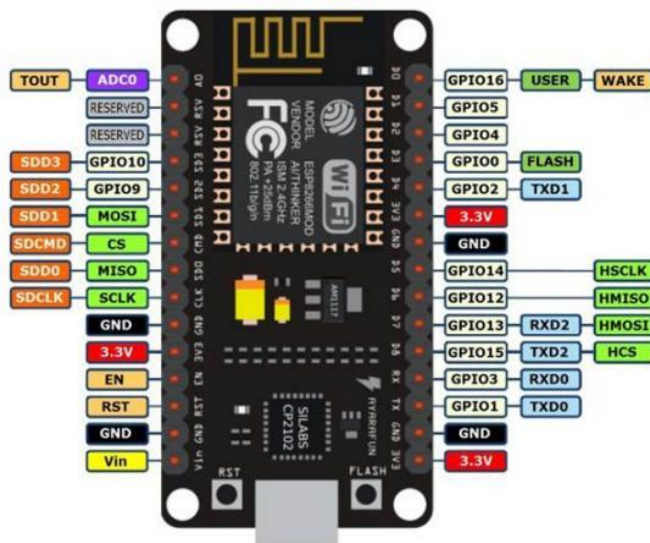
2.2.3 Suhu Tubuh

Manusia terbiasa melakukan aktivitas normal pada suhu sedang tidak terlalu jauh dari permukaan laut. Manusia memiliki rambut halus dan banyak kelenjar keringat karena kemampuannya menahan suhu tinggi. Suhu tubuh yang tidak sesuai batas normal biasanya menandakan sebuah adanya penyakit dalam tubuh sehingga harus dipantau pada waktu-waktu tertentu untuk mengetahui riwayat penyakit tertentu. Suhu tubuh yang berlebih dari batas normal dapat menyebabkan masalah

pada organ vital. Suhu tubuh manusia dapat dinyatakan dalam $^{\circ}\text{C}$ (Celcius) dengan kisaran suhu normal rata-rata $36,5^{\circ}\text{C} - 37,5^{\circ}\text{C}$ [30].

2.2.4 Mikrokontroler ESP8266

Pada seri tutorial ESP8266, *embeddonesia* menjelaskan cara membuat program ESP8266 yang sedikit rumit karena memerlukan beberapa kabel setra modul USB - to - serial tambahan untuk mendownload program. Namun, NodeMCU sudah mengintegrasikan ESP8266 kedalam *board* yang sama dengan bermacam fitur seperti mikrokontroler + kapabilitas akses WiFi serta chip dari komunikasi USB ke serial. Jadi untuk menjalankan programnya hanya memerlukan ekstensi kabel data USB yang sama dengan yang biasa digunakan pada kabel *charging smartphone* android [5]. Pada Gambar 2.2 dibawah ini merupakan keterangan data sheet Node MCU ESP8266.



Gambar 2. 2 Node MCU ESP8266

Adapun spesifikasi Modul ESP8266 yaitu:

1. Nama mikrokontroler: Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa LX106
2. Tegangan saat bekerja: 3.3V
3. Tegangan *input*: 7-12V
4. Pin Digital I/O (DIO): 16
5. Pin Analog Masukan (ADC): 1
6. UARTs: 2

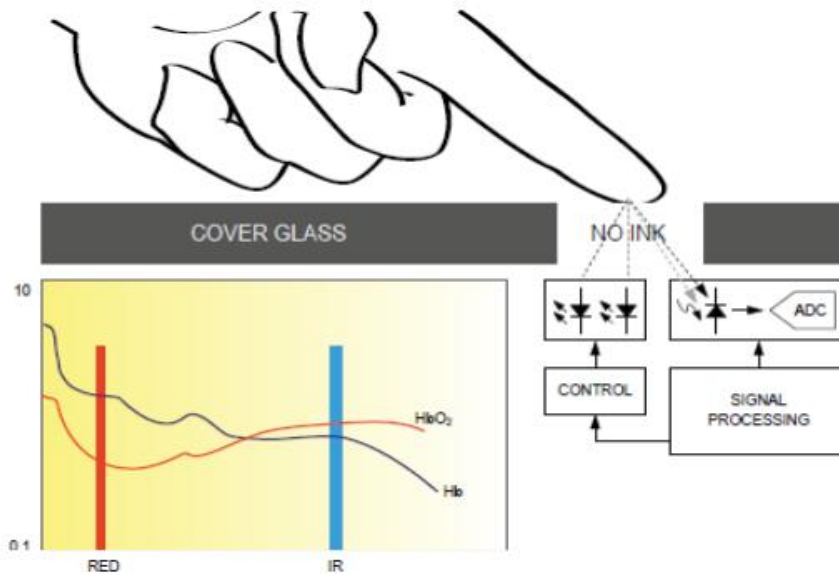
7. SPIs: 1
8. I2Cs: 1
9. Flash Memory: 4 MB
10. SRAM: 64 KB
11. Clock Speed: 80 MHz
12. PCB Antenna

2.2.5 Sensor MAX30100

Sensor MAX30100 merupakan sensor pulsa terintegrasi dan dipakai untuk pemantauan SpO₂ dan denyut jantung secara *non-invasive*. Sensor MAX30100 memiliki dua *Light Emitting Diode* (LED) yaitu LED merah dan infrared serta sebuah fotodetektor yang mampu memproses sinyal analog dengan *noise* rendah [31].

Ketika melakukan pengukuran pada detak jantung, LED merah saja yang aktif, namun saat melakukan pengukuran pada oksigen dalam darah, akan aktif LED merah dan Infrared. Sensor ini memiliki filter *low-pass* bawaan yang berfungsi untuk mengurangi redaman. Sensor MAX30100 merupakan perangkat yang diintegrasikan menggunakan komunikasi serial I2C [32].

Darah yang teroksigenasi akan melakukan penyerapan terhadap panjang gelombang yang didapatkan sinar infra merah yaitu dengan besar nilai 900 nm, namun pada darah yang tidak terkandung oksigen didalamnya akan melakukan penyerapan terhadap Panjang gelombang yang dipancarkan oleh LED merah dengan nilai 650 nm. Sensor MAX30100 pada prinsip kerjanya menggunakan metode PPG *reflectance*, dimana letak dari LED merah, infrared dan fotodiode diletakkan pada satu baris [32]. Pada Gambar 2.3 merupakan tampilan prinsip kerja sensor MAX30100. Dapat dilihat bahwa metode yang digunakan merupakan metode PPG *reflectance*, metode ini ditandai dengan meletakkan jari di atas sensor.



Gambar 2. 3 Prinsip kerja sensor MAX30100

Sensor MAX30100 menggunakan tegangan dengan nilai sebesar $\pm 3,3V$ (maksimum 5v) dengan besar arus sebesar $0,7\mu A$ agar bisa beroperasi. Sensor MAX30100 juga dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari untuk memantau kondisi tubuh pada saat berolahraga dan dapat membantu pihak medis dalam memantau tubuh pasien sebelum mendiagnosis penyakit [32]. Pada Gambar 2.4 dibawah ini merupakan tampilan dari sensor MAX30100, dimana terdapat 7 pin yang memiliki fungsi yang berbeda. Untuk penjelasan masing-masing pin dapat dilihat dari Tabel 2.1.



Gambar 2. 4 Sensor MAX30100

Berikut merupakan tampilan table datasheet sensor MAX30100:

Tabel 2. 1 Tabel datasheet sensor MAX30100

Number	Pins	Definisions of pins
1	VIN	Power Input 1,8 V – 5,5 V
2	SCL	IIC-SDL
3	SDA	IIC-SDA
4	INT	MAX30100 INT
5	IRD	MAX30100 IR_DRV
6	RD	MAX30100 R_DRV
7	GND	Ground

2.2.6 Sensor DS18B20

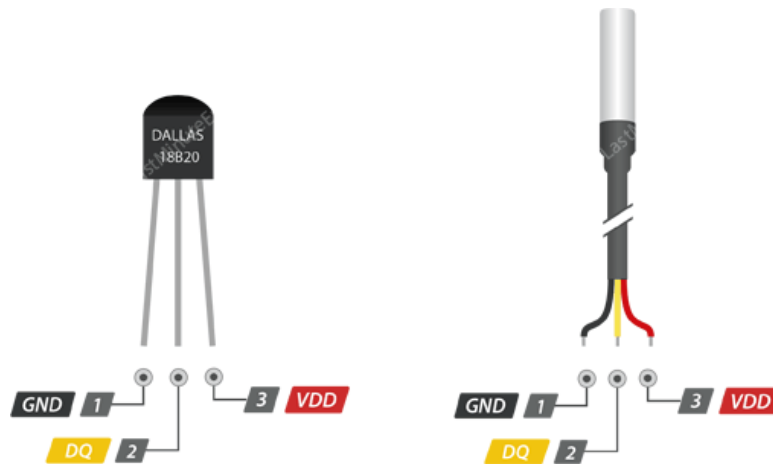
Sensor suhu dengan nama DS18B20 merupakan salah satu sensor yang bisa tahan jika terkena air atau *water proof*. Dan juga bisa dipergunakan untuk mengukur suhu pada lokasi atau daerah yang rumit, atau dalam keadaan yang basah. Karena keluaran data pada sensor ini adalah data digital, sehingga tidak perlu ditakutkan dengan adanya degradasi data bila digunakan untuk jarak yang jauh [30].

Sensor suhu DS18B20 mempunyai tegangan kerja 5 Volt yang bekerja pada suhu dari -55°C sampai $+125^{\circ}\text{C}$. Kelebihan DS18B20 adalah outputnya mencakup data digital dengan nilai keakurasian sebesar 0.5°C dalam kisaran suhu dari 10°C hingga $+ 85^{\circ}\text{C}$. Sensor suhu DS1820 melakukan pengiriman data digital yang berupa sinyal pulsa yang menggambarkan suhu tertentu, kemudian keluaran sensor tersebut diterima oleh mikrokontroler Arduino sehingga mudah dibaca [33]. Berikut pada Gambar 2.5 dibawah ini merupakan tampilan dari sensor DS18B20.



Gambar 2. 5 Sensor DS18B20

Berikut merupakan tampilan datasheet sensor DS18B20:



Gambar 2. 6 Data sheet DS18B20

Pada Gambar 2.6 merupakan tampilan data sheet sensor DS18B20. Sensor ini memiliki 3 PIN yaitu pin VDD, GND, DQ. Pin VDD merupakan pin untuk menghubungkan ke tegangan sumber sebesar 3V – 5.V, pin GND dihubungkan dengan ground pada rangkaian. Pin DQ merupakan pin untuk pembacaan data pada sensor DS18B20 [34].

2.2.7 Arduino IDE







Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang bisa dipakai untuk membuat program pada arduino, atau bisa juga dikatakan bahwa Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan sebagai suatu media untuk membuat program *board* Arduino. Arduino IDE dapat di unduh secara gratis dari situs resmi Arduino IDE. Arduino IDE ini juga dapat berfungsi untuk editor teks seperti membuat, melakukan pengeditan dan mengunggah kode program ke dalam *board mikrokontroler* contohnya arduino. Pada pemrogramannya kode yang dipakai disebut dengan istilah arduino “sketch” atau dikenal juga dengan *source code* arduino, menggunakan nama file *sourcecode.ino*. Pada Gambar 2.7 merupakan tampilan saat aplikasi arduino di open. Untuk macam-macam tools dan penjelasan tiap fungsinya dapat dilihat pada Tabel 2.2.



Gambar 2. 7 Tampilan Arduino IDE

Terdapat beberapa tools dalam Arduino IDE:

Tabel 2. 2 Penjelasan tools yang sering digunakan di aplikasi Arduino IDE

No	Ikon	Nama	Fungsi
1		<i>New</i>	Membuat halaman sketch baru
2		<i>Open</i>	Membuka <i>source code</i> yang pernah dibuat
3		<i>Verify</i>	Melakukan <i>check</i> pada <i>code</i> yang dibuat
4		<i>Upload</i>	Memasukkan program yang telah dibuat kedalam <i>board</i> arduino
5		<i>Serial Monitor</i>	Menampilkan jendela yang berisikan data apa saja yang dibaca pada alat
6		<i>Save</i>	Menyimpan code yang telah selesai dalam bentuk file ino

2.2.8 Blynk

BLYNK adalah aplikasi *smartphone* yang bisa digunakan pada perangkat android maupun yang biasa digunakan untuk mengontrol mikrokontroler seperti Raspberry Pi, Arduino, NodeMCU ESP8266, WEMOS D1, serta modul-modul lainnya yang bisa menghubungkan ke internet. Maka dari itu, Blynk termasuk salah satu aplikasi IoT (*Internet of Things*) karena bisa dipakai untuk mengontrol suatu perangkat secara daring. Pada Gambar 2.8 merupakan tampilan aplikasi *blynk* pada android.



Gambar 2. 8 Aplikasi *Blynk*

2.2.7 Error

Error merupakan kesalahan dalam proses pengukuran antara alat yang dibuat dengan alat pembandingnya. Dalam mencari hasil nilai *error* pada suatu alat dapat dilihat dari persamaan (2.1) dibawah ini:

$$\frac{\text{Data alat pembanding}-\text{Data alat yang dibuat}}{\text{Data alat pembanding}} \times 100\% \quad (2.1)$$