

**PROTOTYPE SISTEM MONITORING DETAK JANTUNG DAN SUHU
TUBUH MANUSIA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)
MENGUNAKAN NODEMCU ESP8266**

SKRIPSI

Oleh :
DENI BAKO TABRIAWAN
NIM. 17640060



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

PROTOTIPE SISTEM MONITORING DETAK JANTUNG DAN SUHU
TUBUH MANUSIA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)
MENGUNAKAN NODEMCU ESP8266

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:
DENI BAKO TABRIAWAN
NIM. 17640060

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022

HALAMAN PERSETUJUAN

PROTOTYPE SISTEM MONITORING DETAK JANTUNG DAN SUHU TUBUH MANUSIA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) MENGUNAKAN NODEMCU ESP8266

SKRIPSI

Oleh:
Deni Bako Tabriawan
NIM. 17640060

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diujikan
Pada tanggal, 21 Juni 2022

Dosen Pembimbing I



Muthmainnah, M.Si
NIP. 19860325 201903 2 009

Dosen pembimbing II



Dr. Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

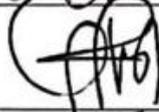
HALAMAN PENGESAHAN

PROTOTIPE SISTEM MONITORING DETAK JANTUNG DAN SUHU TUBUH MANUSIA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) MENGUNAKAN NODEMCU ESP8266

SKRIPSI

Oleh:
Deni Bako Tabriawan
NIM. 17640060

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal, 24 Juni 2022

Penguji Utama	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Ketua Penguji	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIP. 19870215 20180201 2 233	
Sekretaris Penguji	<u>Muthmainnah, M.Si</u> NIP. 19860325 201903 2 009	
Anggota Penguji	<u>Dr. Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi


Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Deni Bako Tabriawan
NIM : 17640060
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Prototipe Sistem Monitoring Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis *Internet Of Things* (Iot) Menggunakan Nodemcu ESP8266

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak ada unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutip dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 24 Juni 2022

Yang Membuat Pernyataan



Deni Bako Tabriawan

NIM. 17640060

MOTTO

“seberat-beratnya menyusun SKRIPSI masih berat menyusun rencana hidup
setelah menyandang gelar SARJANA”.

“so diligent and spirit is the key”

“lakukan apapun itu dengan rasa ikhlas, sabar dan jangan lupa bersyukur”

“berkah doa orang tua”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim...

Alhamdulillah, terimakasih atas segala kenikmatan dan kesempatan yang Engkau berikan Ya Allah, sehingga saya bisa sampai di posisi detik ini. Perjalanan yang tidak mudah untuk melewati hari hari untuk menyelesaikan gelar saya. Suatu perjalanan yang saya maknai “kapal nelayan yang terhempas ombak lautan bisa saja bertahan atau bahkan tenggelam” sebuah perjalanan yang betul-betul harus ada perjuangan dari seseorang dan wajib disertai doa agar tidak tumbang. Kalimat yang selalu saya pegang “jalani apapun itu dengan keikhlasan, sabar dan bersyukur”, sebuah makna yang menceritakan perjalanan skripsi saya. Maka dari itu, saya ucapkan beribu-ribu terimakasih kepada orang-orang yang sudah banyak andil dalam perjalanan saya, tanpa mereka mungkin mustahil saya berada di titik sekarang.

- Pertama terimakasih dan bersyukur kepada Allah SWT, atas ridhoNya saya bisa sampai saat ini, alhamdulillah.
- Terkhusus ucapan terimakasih tak hingga kepada orangtua, Bapak Damikun dan Ibu Yatini, tanpa mereka berdua tidak akan mungkin saya sampai sejauh ini dan memaknai perjalanan saya. Selalu meberikan apapun yang saya mau dan selalu berada di titik terdepan jika saya menemukan titik masalah yang mungkin tidak bisa saya selesaikan sendiri, maaf dan terimakasih pak bu, i love you.
- Kakak Fitroh Merkuri Wandani, S.Si. makasih yaa kak atas semua didikan dan apapun itu kamu berikan kepada adikmu ini. *Support* pertama kali yang

menjadikan motivasi saya. Maafkan dan terimakasih kak, love you so much kak.

- Segenap keluarga besar saya mbah uti Yati, kung Cakri, Kung setu, mbok Mesiyem (Nik), keluarga besar almarhum mbah yut Kromo, mbah yut Pardi, dan lainnya yang tidak bisa saya sebut secara detail, terimakasih atas dukungan dan doanya.
- Bapak Edy Wasno, S.H beserta mbak Rida yang sudah memberikan jalan dan saran selama saya kuliah di malang, terimakasih tak hingga.
- Ibu Muthmainnah M.Si yang telah membimbing saya dan mengarahkan skripsi saya sampai skripsi saya selesai, banyak terimakasih dan maaf bila selalu merepotkan.
- Bu Dr. Erna Hastuti, Farid Samsu Hananto M.T, Wiwis Sasmitaninghidayah, selaku pembimbing integrasi dan penguji skripsi. Terimakasih tak hingga atas masukan dan didikannya.
- Segenap sahabat dan teman saya, keluarga bengekks, keluarga kntldn, teman kontrakan, teman kost, teman mahad, teman SMP, SMA maupun kuliah yang sudah mendapat gelar semua. Terimakasih yang telah memberikan bantuan kepada saya dalam perjalanan mendapar gelar sarjana.
- Azis Isrofi S.T, Dhea Vica Nuraini S.Pd, Lenny Triastuti S.Si, Mafazatil Umami S.Psi, dan semua orang yang terlibat dalam skripsi saya, terimakasih tak hingga dan maaf tidak bisa menyebutkan satu satu.
- Dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu, terimakasih dan maaf. Tanpa kalian semua saya tidak bisa sampai titik ini. Doa terbaik untukmu semua. Semoga Allah SWT memberikan kelancaran dan kemudahan dalam urusan kalian.

KATA PENGANTAR

Assalamua'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia menuju zaman zakiyyah, yakni Addinul Islam Wal Iman sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Prototipe Sistem Monitoring Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis *Internet Of Things* (IoT) Menggunakan NodeMcu ESP8266”. Proposal skripsi ini ditulis dalam rangka menyelesaikan tugas akhir/skripsi yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan proposal skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi M.Si selaku Ketua Prodi Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Muthmainnah, M.Si selaku Dosen Pembimbing dan sekaligus Dosen Wali yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan, pengarahan, motivasi dan

meluangkan waktu untuk membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi dengan baik.

5. Dr. Erna Hastuti M.Si selaku dosen pembimbing integrasi yang selalu memberi pengarahan dan membimbing dengan sabar.
6. Farid Samsu Hananto M.T dan Wiwis Sasmitaninghidayang M.Si selaku penguji skripsi yang selalu sabar untuk memberi pengarahan serta memberikan saran baik ke penulisan skripsi.
7. Segenap Dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
8. Bapak, Ibu, Kakak serta keluarga di rumah yang selalu memberi doa dan dukungan, baik riil maupun materiil selama proses penelitian.
9. Teman-teman angkatan 2017 yang senantiasa memberi semangat dan dukungan kepada penulis. Dan semua pihak yang telah ikut andil.

Dalam penyusunan proposal skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Untuk itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi orang lain.

Malang, Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN KEASLIAN TULISAN	iv
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	7
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jantung	9
2.2 Photoplethysmography (PPG)	13
2.3 Suhu	17
2.4 Termometer	19
2.5 Sensor MAX30102	20
2.6 Sensor MLX90614	24
2.7 NodeMCU ESP8266	26
2.8 Arduino Nano	29
2.9 Arduino IDE	31
2.10 <i>Internet of Things</i> (IoT)	33
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.2 Jenis Penelitian	35
3.3 Alat dan Bahan	35
3.4 Diagram Alir Penelitian	37
3.5 Tahapan Perancangan Alat	38
3.6 Metode Pengambilan Data	40
3.7 Metode Pengolahan Data	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	43
4.1.1 Pengujian Mikrokontroler Nodemcu	43
4.1.2 Pengujian Blynk	45
4.1.3 Pengujian Mikrokontroler Arduino Nano	46
4.1.4 Pengujian Sensor MAX30102	48

4.1.5 Pengujian Sensor MLX90614	49
4.1.6 Pengujian Oled Display	50
4.1.7 Hasil Keseluruhan Prototipe Detak jantung dan Suhu Tubuh.....	51
4.2 Hasil Pengujian Karakteristik Pengukur Detak Jantung dan Suhu	56
4.3 Hasil Pengujian Prototipe Pengukur Detak Jantung Dan Suhu Tubuh.....	58
4.4 Integrasi Penelitian Menurut Pandangan Islam.....	64

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	68

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Anatomi Fisiologis Jantung	8
Gambar 2.2	Posisi Jantung dan Paru-paru	9
Gambar 2.3	(a) mode transmisi PPG, (b) mode refleksi PPG	12
Gambar 2.4	<i>Photoplethymography</i> menggunakan metode <i>reflectance</i>	15
Gambar 2.5	Reaksi Heart rate (panjang gelombang)	16
Gambar 2.6	arduino nano	19
Gambar 2.7	Tampilan Arduino IDE	20
Gambar 2.8	Sensor MLX90614	23
Gambar 2.9	Tampilan Blynk	24
Gambar 2.10	Konsep IoT	25
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	28
Gambar 4.1	Sketch pengujian nodemcu	44
Gambar 4.2	sketch pengujian blynk	46
Gambar 4.3	Tampilan Blynk	46
Gambar 4.4	Sketch pengujian arduino nano	48
Gambar 4.5	Sketch pengujian MAX30102	49
Gambar 4.6	Sketch pengujian MLX90614	51
Gambar 4.7	Pengujian oled display	52
Gambar 4.8	Rangkaian desain hasil percobaan	53
Gambar 4.9	Tampilan prototipe	54
Gambar 4.10	Tampilan menu library	55
Gambar 4.11	Tampilan menu blynk	55
Gambar 4.12	Grafik nilai detak jantung pada relawan	63
Gambar 4.13	Grafik nilai suhu tubuh pada relawan.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kategori Suhu tubuh manusia	27
Tabel 2.2	Fitur dan keuntungan modul sensor MAX30102	38
Tabel 2.3	Spesifikasi board ESP8266 nodemcu	38
Tabel 2.4	Spesifikasi modul bluetooth	38
Tabel 3.1	Pengolahan data detak jantung (bpm)	39
Tabel 3.2	pengolahan data suhu tubuh (C)	44
Tabel 4.1	Karakteristik detak jantung	45
Tabel 4.2	Karakteristik suhu	48
Tabel 4.3	Pengolahan data detak jantung	49
Tabel 4.4	Pengolahan data suhu tubuh	51

ABSTRAK

Tabriawan, Deni Bako. 2022. **Prototipe Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis *Internet of Things (IoT)* Menggunakan Nodemcu ESP8266**. Skripsi. Program Studi Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen Pembimbing : (I) Muthmainnah, M.Si (II) Dr. Erna Hastuti, M.Si

Kata Kunci: Detak Jantung, Suhu Tubuh, MAX30102, MLX90614

Jantung bekerja sebagai alat pemompa darah menjadi organ yang sangat fatal jika jantung tidak bekerja secara optimal. Kondisi ini menyebabkan suplai darah terhambat dan denyut jantung menjadi tidak normal. Pengukuran menggunakan alat sensor MAX30102 dan sensor MLX90614 sebagai monitoring detak jantung dan suhu tubuh manusia secara efisien. Pengukuran detak jantung dan suhu tubuh diukur melalui cahaya inframerah jari tangan yang mengukur debit gelombang frekuensi aliran darah yang mengalir didalam jari tersebut. Pengambilan data dilakukan pada responden dengan menghidupkan rangkaian mikrokontroler dan menghubungkan konektivitas Wi-Fi (*tethering*) dengan android. Data akan langsung terbaca pada tampilan aplikasi konektivitas antara keduanya telah terhubung. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa alat yang dibuat bekerja sesuai dengan program dan dapat digunakan untuk mengukur detak jantung dan suhu tubuh pada manusia.

ABSTRACT

Tabriawan, Deni Bako. 2022. **Prototype of an *Internet of Things (IoT)* Based Human Heart Rate and Body Temperature Monitoring System Using Nodemcu ESP8266** Thesis. Department of Physics. Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor: (I) Muthmainnah, M.Si (II) Dr. Erna Hastuti, M.Si

Keywords: Heart Rate, Body Temperature, MAX30102, MLX90614

The heart works as a pumping device for blood to become a very fatal organ if the heart does not work optimally. This condition causes the blood supply to be hampered and the heart rate to be abnormal. Measurements using this heart rate and body temperature measuring device can be used to efficiently measure the condition of the human heart. Heart rate is measured through red light on max30102 and MLX90614. Data retrieval was carried out on respondents by turning on the microcontroller circuit and connecting Wi-Fi (tethering) connectivity with android. The data will be directly read on the application display connectivity between the two has been connected. The results indicate that the device made works according to the program and can be used to measure heart rate and body temperature in humans.

مستخلص البحث

تبريوان، ديني باكو. ٢٠٢٢. نموذج أولي لنظام مراقبة معدل ضربات القلب ودرجة حرارة الجسم البشري القائم على إنترنت الأشياء (IoT) باستخدام Nodemeu ESP8266. المشرفة الأولى: مؤمنة، الماجستير؛ المشرفة الثانية: إرنا هاشتوتي، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: معدل ضربات القلب، درجة حرارة الجسم، MAX30102، MLX90614

يعمل القلب كجهاز ضخ للدم ليصبح عضوا قاتلا للغاية إذا لم يعمل قلب على النحو الأمثل. تتسبب هذه الحالة في إعاقة إمدادات الدم ومعدل ضربات القلب بشكل غير طبيعي. يمكن استخدام القياسات باستخدام جهاز قياس معدل ضربات القلب ودرجة حرارة الجسم لقياس حالة القلب البشري بكفاءة. يتم قياس معدل ضربات القلب من خلال الضوء الأحمر على max30102 و MLX90614. تم استرجاع البيانات على المستجيبين عن طريق تشغيل دائرة المتحكم الدقيق وتوصيل اتصال Wi-Fi (الربط) بنظام Android. سيتم قراءة البيانات مباشرة على اتصال شاشة التطبيق بين الاثنين. وتشير النتائج إلى أن الجهاز المصنوع يعمل وفقا للبرنامج ويمكن استخدامه لقياس معدل ضربات القلب ودرجة حرارة الجسم لدى البشر.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam kehidupan sehari-hari sudah sangat dirasakan oleh setiap orang. Salah satunya adalah perkembangan dalam bidang elektronika terjadi yang setiap waktu, mulai dari hal yang sangat bersifat sederhana. Bahkan, perkembangan teknologi elektronika sudah dapat dikembangkan dalam bidang medis terutama dalam melakukan pengukuran, contohnya bisa sebagai alat kontrol kesehatan, alat bantu penyembuhan, alat tetapi pengobatan dan lain-lain. Kesehatan adalah suatu hal yang mendasar dalam hidup manusia. Banyak orang sakit dan keluarganya yang mengorbankan segala harta benda mereka untuk mencari kesembuhan. Begitu pentingnya arti kesehatan sehingga ada orang memilih lebih baik mati daripada hidup tidak sehat dan tidak dapat melakukan apa-apa (Refdinal, 2016).

Perhatian islam terhadap masalah kesehatan sangatlah mengagumkan. Hal ini dikarenakan berbagai aktifitas manusia dalam beribadah tidaklah terlepas dari unsur kesehatan. Islam menganggap bahwa kesehatan termasuk bagian dari nikmat Allah SWT yang paling besar sesuai hadist berikut (BKD, 2018):

نِعْمَتَانِ مَغْبُورٌ فِيهِمَا كَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ ، الصِّحَّةُ وَالْفَرَاغُ

“ada dua kenikmatan yang banyak manusia tertipu, yaitu nikmat sehat dan

waktu luang”. (HR. Bukhari no. 6412, dari Ibu ‘Abbas)

Sehat dan waktu luang merupakan nikmat luar biasa yang diberikan Allah SWT kepada hamba-Nya. Orang sakit tentu akan merasa kurang nyaman dalam menjalani kehidupan. Orang tersebut akan berusaha berobat dan menyiapkan biaya yang tidak diduga sebelumnya. Oleh karena itu, manusia harus banyak bersyukur atas nikmat sehat yang disandangnya, seperti dijelaskan pada ayat berikut :

وَإِذْ تَأَذَّنَ رَبُّكُمْ لَئِن شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ وَلَئِن كَفَرْتُمْ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ

“Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu memaklumkan, “Sesungguhnya jika kamu bersyukur, niscaya Aku akan menambah (nikmat) kepadamu, tetapi jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka pasti azab-Ku sangat berat” (QS. Ibrahim: 7).

Tafsir kemenag menjelaskan bahwa Allah SWT kembali mengingatkan hamba-Nya untuk senantiasa bersyukur atas segala nikmat yang telah dilimpahkan-Nya. Betapa besarnya faedah dan keuntungan yang diperoleh setiap orang yang banyak bersyukur kepada-Nya, yaitu bahwa Dia akan senantiasa menambah nikmat kepada mereka.

Nikmat kesehatan adalah anugerah paling tinggi yang diperoleh manusia. Memelihara kesehatan sangatlah penting bagi semua manusia. Saat ini memeriksakan kesehatan sudah bermacam-macam caranya, salah satunya pemeriksaan medis. Untuk tahap awal pemeriksaan medis, biasanya dilakukan *medical check up* sebelum penyakit seseorang didiagnosis. Hasil dari *medical check up* akan diketahui apakah seseorang dalam kondisi sehat atau tidak. Oleh karena, itu menjaga kesehatan merupakan hal yang sangat

penting bagi kehidupan kita semua. Kesehatan tubuh perlu diperhatikan bagi semua orang terutama dalam menjaga kesehatan organ dalam seperti jantung.

Jantung adalah salah satu organ vital manusia yang terletak didalam rongga dada. Organ ini memiliki fungsi yang sangat besar bagi kelangsungan hidup manusia. Jantung terletak pada rongga dada sebelah kiri dan merupakan salah satu organ yang berperan dalam sistem peredaran darah yang terdiri dari pembuluh darah arteri dan vena. Jantung yang bekerja sebagai alat pemompa darah menjadi organ yang sangat fatal jika jantung tidak bekerja secara optimal. Kondisi inilah yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan jantung. Penyebabnya adalah terhambatnya suplai darah ke otot-otot jantung karena pembuluh darah yang tersumbat ataupun irama denyut jantung yang tidak normal.

Salah satu gangguan jantung yang sering terjadi di masyarakat adalah gangguan irama denyut jantung atau disebut dengan aritmia. Aritmia merupakan suatu perubahan mekanisme penghantar impuls listrik irama jantung diluar batas normal yang dapat menyebabkan kelainan pada elektrofisiologi. Pada umumnya, denyut irama jantung normal pada manusia usia dewasa berkisar 60-100 *beats per minute* (bpm). Namun dalam hal ini, denyut jantung yang terjadi pada dua keadaan yaitu repolarisasi nodus sinus mengalami gangguan frekuensi yang disebut aritmia. Keadaan ketidaknormalan denyut jantung irama jantung yang berada diatas

batas normal yakni >100 bpm dikategorikan sebagai jenis gangguan jantung takikardia, sedangkan kondisi irama jantung yang berada dibawah batas normal yakni <60 bpm disebut bradikardia (Gustini dkk, 2017).

Tanda vital juga dapat diketahui melalui suhu tubuh manusia. Suhu tubuh adalah perbedaan antara jumlah panas yang diproduksi oleh proses tubuh dan jumlah panas yang hilang ke lingkungan luar. Suhu tubuh mudah sekali berubah dan dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor eksternal maupun faktor internal. Perubahan suhu tubuh sangat erat kaitannya dengan produksi panas maksimal maupun pengeluaran panas yang berlebihan. Sifat perubahan panas tersebut sangat mempengaruhi masalah klinis yang dialami setiap orang. Menurut WHO suhu tubuh normal manusia berkisar $36 - 37,5$ °C (Danielle dkk, 2017).

Denyut jantung dan suhu tubuh merupakan dua parameter penting yang digunakan oleh paramedis untuk mengetahui kondisi kesehatan fisik maupun kondisi mental seseorang. Karena bila denyut jantung atau suhu tubuh tidak normal maka perlu dilakukan upaya selanjutnya agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Seperti diketahui penyakit jantung merupakan salah satu penyebab kematian tertinggi di dunia, sedangkan suhu tubuh dapat mengindikasikan sesuatu dalam tubuh, misalnya: terjadi radang, infeksi, stres dan lain sebagainya.

Penelitian yang dilakukan oleh haris isyanto dan irwan jaenuddin (2019) yang berjudul “monitoring dua parameter data medik pasien (suhu

tubuh dan detak jantung) berbasis arduino nirkabel” menggunakan sensor DS18B20 sebagai pengukur suhu dan detak jantung. Penelitian ini bersifat fundamental dan bermanfaat dalam mengurangi beban tenaga medis, mencegah terjadinya kesalahan diagnostik terutama dalam pemeriksaan detak jantung dan suhu tubuh. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan Haris, Muhlis Agung Saputro dkk, (2017) menggunakan metode wireless untuk memonitoring detak jantung dan suhu tubuh manusia. Penelitian tersebut menggunakan pulse sensor sebagai pendeteksi detak jantung dan LM45 sebagai pendeteksi suhu tubuh. Pemroses datanya menggunakan Arduino nano dan memanfaatkan NRF24L01 sebagai media pengiriman data secara wireless. Sistem ini mendeteksi detak jantung dan suhu tubuh secara realtime. Data hasil olahan kemudian ditampilkan pada sebuah aplikasi. Informasi yang diberikan pada aplikasi meliputi detak jantung per menit, suhu tubuh, dan indikator kondisi detak jantung dan suhu tubuh manusia.

Penelitian lainnya yang dikutip dari jurnal internasional dilakukan Rangga Adi dkk, 2019, yang berjudul “*Monitoring Heart Rate And Temperature Based On Internet Of Things*” mengembangkan pemantauan detak jantung dan suhu yang berbasis IoT. Alat ini bisa melakukan deteksi tubuh dan nilai bpm dari kejauhan. Dari penelitian ini menggunakan sensor suhu DS18B20 dan ditampilkan melalui modul ESP32.

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, perlu dilakukan pengembangan alat pengukur detak jantung yang dilengkapi dengan pendeteksi suhu tubuh berbasis mikrokontroler. Alat tersebut dapat langsung dihubungkan menggunakan sinyal dengan interface perangkat lunak Blynk pada android dan bersifat portable. Sehingga sinyal-sinyal yang dihasilkan dari pengukuran terhadap manusia dapat terdeteksi secara real time dalam bentuk digital serta langsung terlihat pada monitor android (*Internet of things*) tanpa harus memeriksakan diri terlebih dahulu kerumah sakit. Alat pengukur detak jantung dan suhu tubuh ini diintegrasikan dengan alat yang dapat memberikan respon secara tepat dan cepat terhadap gejala ketidaknormalan jantung dan suhu tubuh.

Alat ini dirancang khusus agar mudah digunakan kapan saja dan dapat memberikan informasi tentang kondisi kesehatan seseorang secara praktis dan efisien. Selain itu mengetahui normal atau tidaknya detak jantung seseorang dapat dilakukan dengan mudah, sehingga pencegahan gangguan kesehatan pada tubuh dengan mendeteksi detak jantung dan suhu tubuh dapat diatasi sejak dini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang tertera, dapat ditarik beberapa rumusan masalah :

1. Bagaimana merancang alat pengukur laju detak jantung menggunakan sensor MAX30102 dan suhu tubuh manusia menggunakan sensor MLX90614 berbasis Internet of Things (IoT)?
2. Bagaimana menampilkan hasil pengukuran sensor MAX30102 dan MLX90614 pada android secara realtime berbasis Internet of Things (IoT)?
3. Bagaimana akurasi alat sensor MAX30102 dan MLX90614 secara realtime berbasis Internet of Things (IoT)?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

- 1 Untuk merancang alat pengukur detak jantung menggunakan sensor MAX30102 dan suhu tubuh manusia menggunakan sensor MLX90614 berbasis Internet of Things (IoT)
- 2 Untuk menampilkan hasil pengukuran sensor MAX30102 dan MLX90614 pada android secara realtime berbasis Internet of Thing (IoT)
- 3 Untuk mengetahui akurasi alat MAX30102 dan MLX90614.

1.4 Batasan Masalah

Pada penyusunan penelitian ini, permasalahan mengenai perancangan alat pengukur detak jantung dan suhu tubuh manusia akan dibatasi pada :

1. Pengukuran detak jantung dan suhu tubuh dilakukan pada bagian jari tangan.
2. Pengukuran diambil secara acak.
3. Perancangan alat menggunakan Mikrokontroler NodeMCU, Arduino Nano, modul sensor MAX30102 dan MLX90614.
4. Pengukuran dilakukan dengan durasi waktu yang berbeda, alat peneliti ± 5 detik dan untuk alat yang sudah ada ± 10 detik.
5. Perancangan alat menggunakan *tethering* via android.
6. Menganalisis perbandingan hasil pengukuran dengan sensor MAX30102 dengan *pulse oximetry* dan MLX90614 dengan thermometer.

1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini, alat yang dibuat diharapkan dapat menjadi solusi alternatif sebagai monitoring kondisi tubuh manusia berbasis mikrokontroler pada pemeriksaan dini melalui aktivitas sehari hari.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jantung

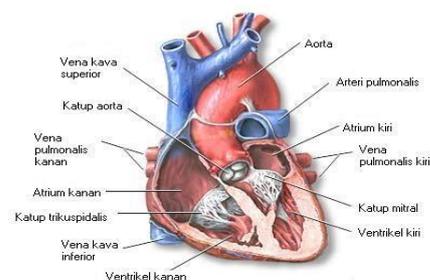
Jantung termasuk dalam organ utamanya dari sistem kardiovaskuler. Jantung merupakan organ otot yang berongga dan memiliki ukuran sebesar kepalan tangan manusia. Ukuran jantung dewasa panjangnya kira-kira sekitar 12 sentimeter dan dengan lebar sekitar 8-9 sentimeter serta mempunyai tebal kira-kira sekitar 6 sentimeter. Jantung memiliki berat sekitar 7-15 ons atau 200 sampai 425 gram dan sedikit lebih besar dari kepalan tangan manusia. Jantung terletak diantara paru-paru dan berada di tengah dada, serta bertumpu pada *diaphragma thoracis*. Perikardium merupakan selaput yang membungkus jantung dimana terdiri antara lapisan fibrosa dan serosa. Lapisan paling luar dari jantung disebut epikardium. Pada setiap harinya, jantung berdetak sebanyak 100.000 kali dan dalam kondisi itu juga jantung akan memompa 2.000 galon darah atau sekitar 7.571 liter darah (Susiana dkk, 2016)..

Jantung merupakan organ tubuh manusia yang dapat menghasilkan muatan listrik dan berfungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah (arteri dan vena) dengan kontraksi jantung berulang dan berirama. Pembuluh arteri mempunyai gelombang yang dapat teraba jika arteri melintasi tulang dekat permukaan kulit melalui pemompaan darah oleh jantung yang disebut dengan denyut nadi.

Denyut nadi yang dilewati oleh arteri radialis terdapat dibagian depan pergelangan tangan, arteri temporalis pada bagian atas tulang temporal, serta arteri dorsalis pedis pada bagian siku mata kaki. Jantung dibentuk oleh organ-organ muscular, apex dan basis cordis, serambi kanan dan kiri serta bilik kanan dan kiri (Muhajirin dkk, 2018).

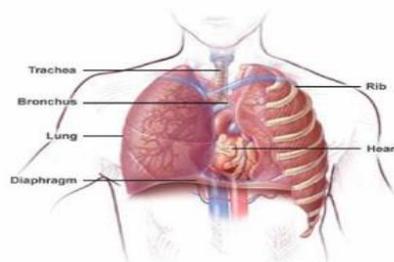
Jantung memiliki alat pacu alami yang bernama simpul Sino Atrial (SA) yang terletak pada bagian serambi kanan atas. Di dalam jantung terdapat nodus SA yang menciptakan listrik seingga membuat jantung dapat berdetak serta menghasilkan sinyal listrik normal sebesar 60-100bpm. Dengan otot jantung yang berkontraksi akan menghasilkan arus listrik ataupun konduksi jantung serta ritme jantung yang dapat dikontrol karena rangsangan elektrik yang akan berjalan dari Sino Atrial (SA) node menuju ke *Atriventrikular* (AV) node dan selanjutnya menuju ke *budle of his* yang akan bercabang diserat purkijr menuju ujung masing-masing ventrikel (Yessianto dkk, 2016).

Beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mengukur laju detak jantung adalah seperti elektrokardiogram (EKG), *Photoplethysmography* (PPG), Phonocardiogram (PCG), maupun Auskultasi (Anugrah dkk, 2016).



Gambar 2.1 Anatomi Fisiologi Jantung (Anugrah dkk, 2016)

Fungsi jantung adalah memompa darah ke paru dan seluruh tubuh untuk memberikan sari-sari makanan dan O_2 hingga sel terjadi metabolisme. Pembuluh arteri dan vena berfungsi sebagai pipa yaitu bertugas menyalurkan darah dari jantung keseluruh jaringan tubuh, perbedaan mendasar pada arteri dan vena terdapat pada susunan histoanatomi yang menunjang fungsinya masing – masing. Jantung terbagi oleh sebuah septum (sekat) menjadi dua buah belah, yaitu kiri dan kanan. Sesudah lahir tidak ada hubungan antara kedua belahan ini. Setiap belahan kemudian dibagi lagi dalam dalam dua ruang, yang diatas disebut atrium, dan yang bawah disebut ventrikel. Maka di kiri terdapat 1 atrium dan 1 ventrikel, dan di kanan juga 1 antrium dan 1 ventrikel. Di setiap sisi ada hubungan antara atrium dan ventrikel melalui lubang atrio-ventrikuler dan pada setiap lubang tersebut terdapat katub yang kanan bernama katub trikuspidalis dan yang kiri katup mitral atau katup bikuspidalis. Katup atrio-ventrikel dan menghindarkan darah mengalir hanya ke satu jurusan, yaitu dari atrium ke ventrikel dan menghindarkan darah mengalir kembali dari ventrikel ke atrium. Katup trikuspidalis terdiri atas tiga kelopak atau kusp, katup mitra terdiri atas dua kelopak (Yudha, 2017).



Gambar 2.2 Posisi jantung dan paru-paru (Yudha, 2017)

Jantung difiksasi pada tempatnya agar tidak mudah berpindah tempat. Penyokong jantung utama adalah paru-paru yang menekan jantung dari samping diafragma menyokong dari bawah, pembuluh darah besar yang keluar dan masuk jantung sehingga jantung tidak mudah berpindah (Drs. H. Syaifudin, 2012).

Dalam islam jantung juga dibahas dan diterangkan dalam hadist Rosulullah. Salah satu hadist yang berkaitan tentang jantung yaitu :

أَلَا وَإِنَّ فِي الْجَسَدِ مُضَغَةً، إِذَا صَلَحَتْ صَلَحَ الْجَسَدُ كُلُّهُ، وَإِذَا فَسَدَتْ فَسَدَ الْجَسَدُ كُلُّهُ، أَلَا وَهِيَ الْقَلْبُ

“Ketahuilah, sungguh di dalam tubuh itu ada segumpal daging. Jika daging tersebut baik, baiklah seluruh tubuh. Jika rusak, rusaklah seluruh tubuh. Ketahuilah, segumpal daging itu adalah kalbu (jantung)” (HR. al-Bukhari dan Muslim).

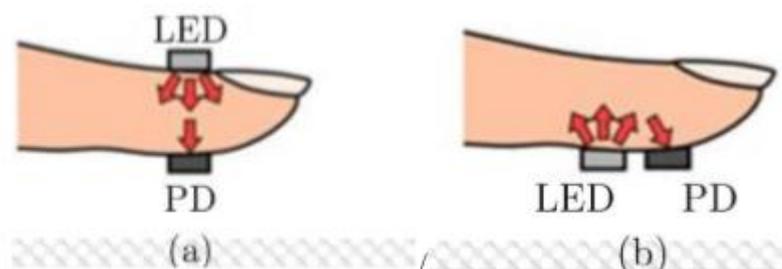
Imam Ghazali dalam kitabnya yang berjudul Ma’arij al-Qudsi fi madariji Ma’rifatin Nafsi, menafsirkan bahwa yang dimaksud al-qolbu (dalam kalimat Ala wahiya al-qolb) pada hadis diatas memiliki dua pengertian Lahiriyah (fisik/riil) dan Bathiniyah (abstrak). Al-qolb ditafsirkan sebagai benda yang berwujud nyata, riil, secara fisik, yaitu segumpal daging yang berbentuk dan berukuran segengaman tangan manusia yang terletak di rongga dada sebelah kiri. Al-qolb merupakan sumber tenaga karena dari sini dipompakan darah yang mengandung oksigen yang akan menghidupi organorgan lain di seluruh tubuh. Al-qolb merupakan sumber kehidupan, dimana organ-organ tubuh yang lain akan dapat bekerja dan hidup dengan baik manakala al-qolb ini bekerja dengan baik. Dari pengertian ini, yang dimaksud al-qolb adalah jantung manusia.

2.2 Photoplethysmography (PPG)

Kata *Photoplethysmography* (PPG) merupakan kata berasal dari bahasa Yunani yaitu “*plethysmos*” yang artinya meningkat, “*plethys*” yang artinya massa. Dasar dari teknologi ini adalah deteksi dari gelombang detak kardiovaskuler yang dinamis yang dihasilkan oleh jantung ketika dia mengalih ke seluruh tubuh. Pertama kali dikembangkan oleh Hertzman. PPG digunakan untuk mendeskripsikan deteksi dari metode fotoelektrik dari gelombang detak kardiovaskuler ini dan umumnya disebut *blood volume pulse* di Amerika Serikat, gelombang detak kardiovaskuler dihasilkan oleh pembuluh darah *peripheral* yang tereksitasi elastis secara alami oleh kontraksi jantung yang quasi-periodik. Jantung memicu tekanan gelombang detak yang menyebar melalui arteri menuju pembuluh darah yang lebih dalam. *Probe* stasioner pada kulit dapat mendeteksi perubahan volume darah secara dinamis terhadap waktu yang disebabkan gelombang kardiovaskular, menghasilkan perubahan intensitas cahaya yang sama dalam penyerapan optik dari jaringan kulit yang diperiksa. Jaringan *peripheral* mempunyai peningkatan volume darah selama sistole (kontraksi dari ventrikel jantung) sehingga mengurangi transmisi cahaya yang melalui pembuluh darah. Perubahan optik ini dapat dideteksi secara kualitatif dengan menggunakan sebuah sensor cahaya dan peralatan pengkondisian sinyal (Tamura, dkk., 2014).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur laju detak jantung adalah menggunakan metode *Photoplethysmography* (PPG).

Photoplethysmography (PPG) merupakan metode optik sederhana yang dapat mendeteksi perubahan volume darah dari pemompaan jantung secara *non invasive*. Metode PPG ini membutuhkan cahaya panjang gelombang yang dapat disesuaikan sehingga photodetektor akan mengubah radiasi gelombang cahaya menjadi sama dengan perubahan pada volume darah yang mengalir. LED merah memancarkan gelombang cahaya menuju darah yang akan diserap sebagian oleh hemoglobin pada darah, sedangkan sisa dari gelombang cahaya akan diteruskan dan diterima oleh photodetektor. Sisa gelombang cahaya selanjutnya dibandingkan dengan nilai awal gelombang cahaya selanjutnya dibandingkan dengan nilai awal gelombang cahaya dari sebelum diserap darah. Pada setiap pemompaan darah oleh jantung ke seluruh tubuh, denyut jantung pun akan ikut terjadi disertai gelombang pulsa yang akan merambat melewati pembuluh arteri hingga ke ujung pembuluh kapiler. *Photoplethysmogram* adalah sinyal yang dihasilkan dari sensor yang menggunakan metode *Photoplethysmography* (PPG) yang terbentuk gelombang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 (Rachmat dan Ambaransari 2018).



Gambar 2.3 (a) mode transmisi PPG, (b) mode refleksi PPG

(Rachmat dan Ambaransari 2018)

2.2.1 Mode transmisi PPG

Photoplethysmography secara transmisi menggunakan sensor cahaya sebagai media pembaca perubahan volume darah yang kemudian akan diteruskan gelombang tersebut menuju ke *photodetektor* yang terletak yang berhadapan dengan LED. Pada perangkat medis seperti rumah sakit dan klinik, umumnya menggunakan sensor dengan metode transmisi karena cenderung lebih akurat. Namun, kelemahan yang dimiliki dari penggunaan metode tersebut adalah ketidaknyamanannya pasien karena sensor yang harus diletakkan terjepit pada jari dan kurang cocok untuk pemantauan berkala karena terhalang mobilitas (Philips dkk, 2019).

2.2.2 Mode refleksi PPG

Photoplethysmography secara refleksi akan memantulkan sinar LED dengan hasil gelombang yang didapatkan dari perubahan volume darah menuju ke *Photodetektor* yang kemudian akan ditindak lanjutkan melalui mikrokontroler arduino. Metode ini dapat digunakan pada area yang lebih luas dan mobilitas yang lebih besar. Seperti yang digunakan pada rumah sakit, metode ini masih cukup banyak digunakan karena sistem mobilitas peletakan sensor yang lebih besar dan kenyamanan pasien seperti pada ruang NICU (Neuroslogy Intensive Care Unit) dengan hasil penerimaan jumlah cahaya utuh oleh *photodetektor* lebih sedikit jika dibandingkan dengan metode transmisi (Philips dkk, 2019).

Di dalam metode pengukuran *Photoplethysmograph*, hukum *Lambert-Beer* menjadi landasan dalam metode ini yang berbunyi “jumlah radiasi

cahay tampak yang diserap atau di transmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan”. Intensitas cahaya berperan dalam pengiriman cahaya-cahaya yang masuk menuju suatu titik tertentu dengan satuan waktu. Intensitas cahaya dibagi menjadi dua, yakni intensitas cahaya yang datang menuju bahan uji atau jari tangan dinamakan dengan I_o atau intensitas cahaya awal. Sedangkan untuk intensitas cahaya hasil dari pantulan ataupun penerusan cahaya oleh bahan uji dinamakan dengan I_t atau intensita cahaya akhir. Menurut hukum *Lambert-Beer*, hubungan antara transmitansi dengan intensitas cahaya ditunjukkan dengan rumus sebagai berikut (Fatimah 2016):

$$R = \frac{I_t}{I_o} = 10^{-\alpha bc} \quad (2.1)$$

$$T = 1 - \frac{I_t}{I_o} \quad (2.2)$$

$$A = \log T = \frac{I_t}{I_o} = -\alpha bc \quad (2.3)$$

Dengan keterangan :

R = Reflektansi

T = Transmitansi

I_o = Intensitas cahaya datang

I_t = Intensitas cahaya akhir yang diteruskan

α = Tatapan absorptivitas

b = Jarak tempuh optik

c = Konsentrasi

A = Absorptivitas

Absorptivitas (A) merupakan suatu konstanta yang bergantung pada struktur molekul, pelarut, suhu, dan panjang gelombang pancar radiasi serta mengabaikan konsentrasi, intensitas radiasi, dan tebal kuvet (Fatimah, 2016).

2.3 Suhu

Suhu adalah ukuran kuantitatif tingkat kepanasan dan kedinginan suatu benda. Suhu atau temperatur dalam fisika diberi simbol T . Satuannya biasanya dengan derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$) atau juga bisa dengan derajat Kelvin (Suparno, 2009).

Alat yang dirancang untuk mengukur suhu suatu zat disebut termometer. Ada beberapa jenis termometer, yang prinsip kerjanya bergantung pada beberapa sifat materi yang berubah terhadap suhu. Sebagai besar termometer umumnya bergantung pada pemuaian materi terhadap suhu. Sebagai besar termometer umumnya bergantung pada pemuaian materi terhadap naiknya suhu. Termometer yang biasa digunakan adalah termometer air raksa. Dalam termometer sering digunakan titik beku dan titik didih. Titik beku zat didefinisikan sebagai suhu dimana fase padat dan cair ada bersama dalam kesetimbangan, yaitu tanpa adanya zat cair total yang berubah menjadi padat atau sebaliknya (Yuliani dkk, 2017).

Suhu merupakan sebuah unit panas yang biasa disebut derajat untuk mengukur keadaan panas atau dinginnnya suatu substansi. Suhu tubuh diperoleh dari keseimbangan antara produksi dan pengeluaran panas dari

tubuh yang hilang ke lingkungan. Manusia memiliki suhu tubuh normal yang berkisar antara 36°C hingga 37,5°C yang dapat diukur pada beberapa bagian anggota tubuh, misalnya ketiak, telinga, mulut, dahi, leher, dan dubur (Isyanto dkk, 2017).

Dalam keadaan beraktivitas, sistem pengontrolan suhu dalam tubuh manusia akan tetap menjaga suhu utama pada nilai yang relatif konstan, meskipun suhu diluar tubuh berflutuasi. Suhu tubuh akan tetap bergantung pada aliran darah menuju kulit yang diimbangi dengan suhu panas di lingkungan luar. Tubuh manusia memiliki suhu tubuh rata-rata untuk mengontrol suhu agar tetap normal sebesar 37°C (Saputro dkk, 2017).

Tabel 2.1 Kategori Suhu Tubuh Manusia (Saputro dkk, 2017)

KATEGORI			
Hipotermia	Normal	Febris/Pireksia	Hipertermia
<36°C	36°C-37,5°C	37,5°C-40°C	>40°C

Hipotermia merupakan kondisi saat suhu tubuh berada dititik bawah normal, sedangkan hipotermia merupakan kondisi saat suhu tubuh berada diatas titik normal. Pada dua kondisi tubuh tersebut, artinya tubuh manusia sedang mengalami kelainan pada sistem termoregulasi (sistem pengaturan adaptasi suhu tubuh terhadap lingkungan) (Fridely, 2017).

Febris atau pireksia merupakan kondisi tubuh saat suhu sekitar antara 37,5°C-40°C. Suhu tubuh mempunyai korelasi positif pada proporsi langsung dengan jumlah panas yang disimpan dalam tubuh. Ketika jumlah panas yang disimpan dalam tubuh meningkat maka suhu tubuh akan meningkat pula, seperti pada saat tubuh sedang demam ataupun sedang

melakukan aktivitas fisik yang berat (olahraga). Ketika panas yang disimpan mengalami penurunan, maka kondisi suhu tubuh pun akan mengalami penurunan pula (Junaidi dkk, 2018).

Pengaturan suhu tubuh hampir seluruhnya dilakukan oleh mekanisme umpan balik saraf, dan hampir semua mekanisme ini bekerja melalui pusat pengaturan suhu yang terletak pada hipotalamus. Mekanisme umpan balik ini bekerja membutuhkan *detector* suhu, untuk menentukan bila suhu tubuh terlalu panas atau dingin. Panas akan terus menerus dihasilkan dalam tubuh sebagai hasil sampingan metabolisme dan panas tubuh juga secara terus menerus dibuang ke lingkungan sekitar (Suherman dkk, 2015).

2.4 Termometer

Alat yang digunakan untuk mengukur suhu benda dengan tepat dan menyatakannya dengan angka disebut termometer. Sebuah termometer biasanya terdiri dari sebuah pipa kaca berongga yang berisi zat cair (alkohol atau air raksa), dan bagian atas cairan adalah ruang hampa udara. Termometer dibuat berdasarkan prinsip bahwa volume zat cair akan berubah apabila dipanaskan atau didinginkan. Volume zat cair akan bertambah apabila dipanaskan sedangkan apabila didinginkan akan berkurang. Naik atau turunnya cairan tersebut digunakan sebagai acuan untuk menentukan suhu suatu benda.

Pengukuran pada tubuh manusia dapat dilakukan hanya dengan meletakkan penghantar panas pada ujung termometer dengan permukaan

kulit seperti ketiak, telinga, mulut, siku tangan, dan siku kaki sehingga pada beberapa detik kemudian besarnya kondisi tubuh dalam deteksi pada *lcd* maupun tingginya air raksa ataupun alkohol. temperatur yang dapat dipasarkan dan sudah digunakan oleh kebanyakan orang sebagai keperluan medis di rumah sakit, alat ukur penelitian pada laboratorium, serta monitoring dini kondisi tubuh pada setiap keluarga. Beberapa jenis termometer yang sering digunakan yakni, termometer air raksa, termometer alkohol, dan termometer digital.

2.5 Sensor MAX30102

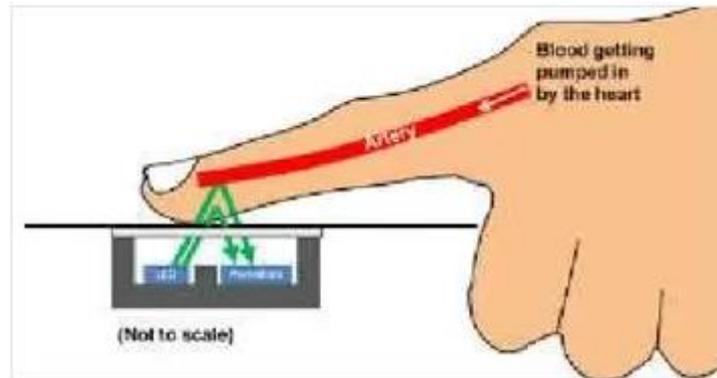
Modul sensor MAX30102 merupakan salah satu jenis sensor yang dapat mendeteksi laju detak jantung sekaligus suhu tubuh manusia yang diproduksi oleh *Maxim Integrated*. Seperti yang terlihat pada gambar 2.4, sensor ini memiliki sumber LED merah dan inframerah dengan dilengkapi *photodetector* yang letaknya bersebelahan serta memiliki *noise* yang rendah dengan penolakan cahaya disekitar sensor. Pada umumnya, sensor MAX30102 digunakan sebagai perangkat asisten kebugaran untuk memonitoring secara berkala kondisi tubuh selama proses olahraga melalui *interface smartphone*, tablet maupun perangkat-perangkat yang dapat menunjang sensor tersebut.

MAX30102 beroperasi pada catu daya tunggal sebesar 1.8V dan catu daya 3,3V yang terpisah untuk LED internal. Modul sensor ini dilengkapi dengan I2C sebagai antar muka standar yang kompatibel antara seluler

dengan mikrokontroler. Modul ini dapat dimatikan melalui perangkat lunak (*software*). Dengan arus siaga nol dan memungkinkan daya tetap menyala setiap saat.

Tabel 2.2 fitur dan keuntungan modul sensor MAX30102 (Karina dkk, 2018)

Fitur dan Keuntungan
Monitor detak jantung dan sensor <i>Pulse Oximeter</i> dalam solusi Refleksi LED
Berukuran 5.6mm x 3.3mm x 1.55mm modul optik 14 pin yang dilapisi kaca penutup untuk kinerja yang kuat dan optimal
Operasi daya <i>Ultra-Low</i> untuk perangkat seluler <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Sample Rate</i> yang dapat diprogram dengan arus pada LED untuk penghematan daya 2. Monitor detak jantung berdaya rendah (<1mW) 3. Arus mati sangat rendah (0.7μA, typ)
Kemampuan keluaran data yang cepat <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Sample rates</i> yang tinggi
Ketahanan terhadap <i>Motion Artifact</i> yang kuat <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>High SNR</i>
Rentang temperatur operasi sebesar -40°C sampai dengan +85°C



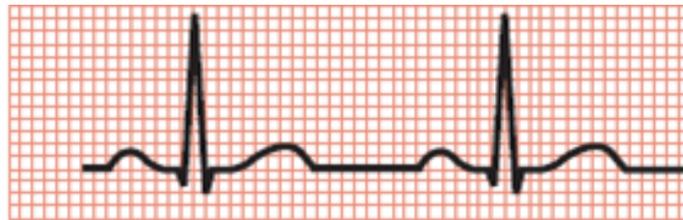
Gambar 2.4 *Photoplethysmography* menggunakan metode *Reflectance*
(Karina dkk, 2018)

Sensor ini dibuat dengan menggunakan LED infrared dan *photodiode* menggunakan metode reflektifitas. Pada gambar 2.4, LED akan memancarkan sinyal cahaya yang dapat menembus pembuluh kapiler pada kulit yang digunakan sebagai permukaan reflektif. Proses pemompaan darah oleh jantung akan mengalirkan darah menuju pembuluh arteri besar hingga kecil, seperti pada ujung jari. Jika terdapat perubahan intensitas cahaya karena terjadinya pemompaan darah ke seluruh tubuh oleh jantung, disitulah *photodiode* akan menangkap perubahan volume darah atau dengan kata lain kepadatan darah meningkat melalui pantulan sinar infrared yang dilewatinya. *Photodiode* akan mengirimkan sinyal analog dari perubahan intensitas cahaya tersebut menuju arduino yang akan diproses lebih lanjut agar mendapatkan nilai laju detak jantung secara *real time* (Karina dkk, 2018).

Berbeda dengan pengukuran suhu tubuh, LED merah pada sensor tidak berfungsi bila sensor di program untuk mengukur suhu tubuh. Hal tersebut

terjadi karena pengukuran temperatur hanya membutuhkan pendeteksian suhu sekitar sensor ataupun suhu saat terdapat benda mendekat ataupun menempel padanya.

Hasil keluaran sensor ini berupa nilai digital laju detak jantung dengan satuan bpm dan suhu tubuh dengan satuan celcius ataupun kelvin. Pada gambar 2.5, *pulse wave event* menunjukkan aktivitas depolarisasi dan singkat dalam tekanan darah arteri yang muncul ketika katup aorta menutup (Nurdin dkk, 2015).



Gambar 2.5 Reaksi *Heart Rate* (Panjang Gelombang) (Nurdin dkk, 2015)

Keadaan normal atau tidaknya suatu jantung dapat diukur melalui irama jantung dalam satuan waktu yang dinyatakan dalam beat per menit (BPM) dan dikategorikan dalam beberapa tipe, yakni sebagai berikut (Purwanti dkk, 2013):

1. Normal

Laju detak jantung berkisar antara 60 – 100 bpm

2. Bradikardia

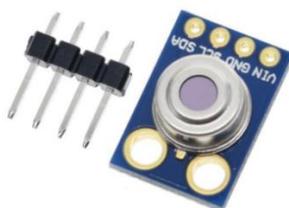
Laju detak jantung melambat kurang dari 60 bpm

3. Takikardia

Laju detak jantung melambat kurang dari 100 bpm

2.6 Sensor MLX90614

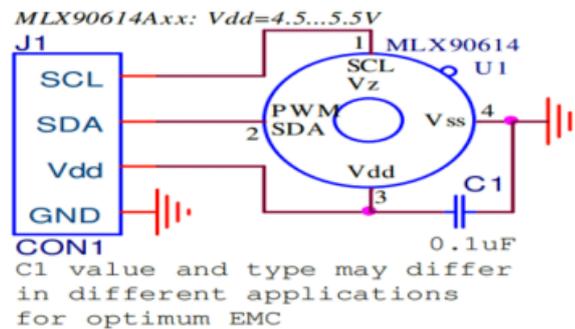
Sensor MLX90614 merupakan thermometer infra merah yang digunakan mengukur suhu tanpa bersentuhan dengan objek. Sensor ini terdiri dari chipdetektor yang peka terhadap suhu berbasis infra merah dan pengondisi sinyal ASSP yang mana terintegrasi dengan TO-39. Sensor ini didukung dengan penguat berderau rendah, ADC 17 bit, unit DSP dan thermometer yang memiliki akurasi dan resolusi tinggi. Termometernya terkalibrasi dengan output digital dari PWM dan SMBus. Sebagai standar PWM 10 bit akan menunjukkan perubahan suhu yang diukur secara terus menerus dengan jangkauan suhu pada sensor minus 40 hingga 120 derajat Celsius dan jangkauan suhu objek dari -70 hingga 380 derajat Celcius dengan resolusi output 0,14 derajat Celsius (Melexis, 2019).



Gambar 2.6 sensor MLX90614 (Melexis, 2019)

Pin PWM dapat digunakan sebagai relai perubahan suhu (To sebagai input), yang mana mudah dan murah digunakan di thermostat atau penggunaan peringatan suhu (membeku atau mendidih). Ambang batas suhu mudah diprogram. Pada SM Bus, fitur ini 11 dapat berfungsi sebagai interupsi pada prosesor yang dapat memicu pembacaan semua slave pada bus dan menentukan kondisi sebenarnya. Secara normal, sensor MLX90614 dapat

menginderaai objek dengan emisivitas bernilai 1. Walaupun begitu, sensor ini bisa dikalibrasi dengan mudah untuk menginderaai objek dengan emisivitas bernilai 0,1 hingga 1. MLX90614 bisa menggunakan 2 alternatif sumber tegangan yaitu 5V atau baterai 3V (Melexis, 2019).



Gambar 2.7 rangkaian sensor MLX90614 (Melexis, 2019)

Tabel 2.3 Deskripsi Nama dan Fungsi Pin Sensor MLX90614 (Melexis, 2019)

Nama PIN	Fungsi
Vdd	Sumber tegangan
SCL	Input clock serial untuk protokol 2 komunikasi kabel
SDA	Digital input / Output
Vcc	Ground

Sensor MLX90614 bekerja dengan menyerap sinar inframerah yang dipancarkan suatu benda. Karena sensor ini tidak bersentuhan fisik dengan benda yang diukur, maka sensor ini memiliki rentang pengukuran yang luas dari -70°C ke $+380^{\circ}\text{C}$. Radiasi infra merah adalah bagian dari spektrum elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang dari 0.7 hingga 1000 mikron. Namun Hanya 0.7 – 14 mikron yang dapat digunakan untuk mengukur suhu. Karena intensitas energi inframerah yang dipancarkan suatu

benda akan berbanding lurus dengan suhunya. Maka menggunakan sistem optik dan detektor yang canggih, dapat dirancang sebuah sensor yang mampu mengindera radiasi inframerah hanya dengan dengan panjang gelombang pada rentang 0.7 – 14 mikron seperti diaplikasikan pada banyak produk termometer nirsentuh. Detektor fotosensitif yang terdapat dalam sensor akan mengubah energi inframerah menjadi menjadi sinyal listrik yang berbanding lurus dengan suhu objek yang memancarkannya. Pada Sensor MLX90614 data yang dikeluarkan dapat dibaca melalui protokol I2C/TWI (Tedy, 2018).

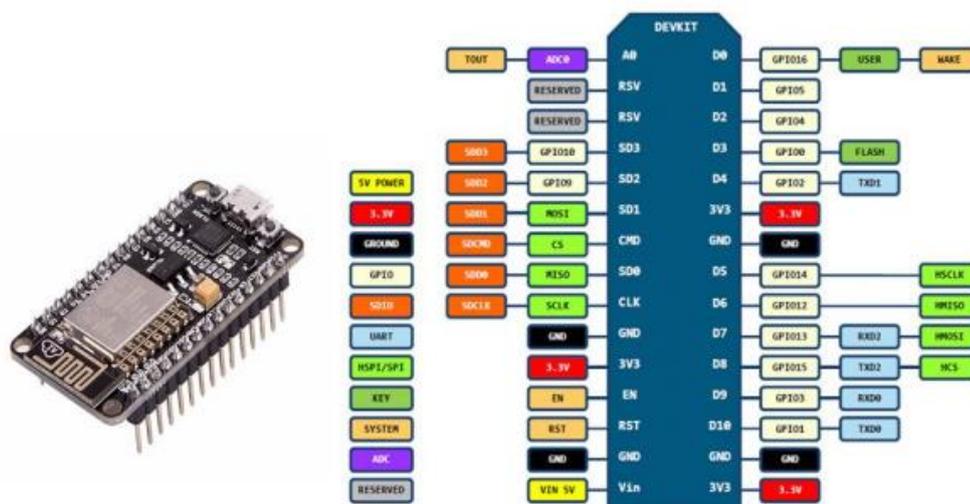
2.7 NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan papan pengembangan produk *Internet of Things* (IoT) yang berbasiskan Firmware eLua dan System on a Chip (SoC) ESP8266-12E. ESP8266 sendiri merupakan *chip WiFi* dengan *protocol stack* TCP/IP yang lengkap. NodeMCU dapat dianalogikan sebagai board arduino-nya ESP8266. Program ESP8266 sedikit merepotkan karena diperlukan beberapa teknik *wiring* serta tambahan modul USB to serial untuk mengunduh program. Namun NodeMCU telah *me-package* ESP8266 ke dalam sebuah board yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler + kapabilitas akses terhadap *Wifi* juga chip komunikasi USB to serial. Sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data USB persis yang digunakan *charging smartphone*. Alasan penulis memilih NodeMCU ESP8266 ialah karena

mudah diprogram dan memiliki pin I/O yang memadai dan dapat mengakses jaringan Internet untuk mengirim atau mengambil data melalui koneksi *WiFi*.

Spesifikasi dari NodeMCU sebagai berikut (Fajar, 2017) :

1. 10 port pin GPIO
2. Fungsionalitas PWM
3. Antarmuka I2C dan SPI
4. Antarmuka 1 Wire
5. ADC



Gambar 2.8 NodeMcu (Fajar, 2017)

Gambar diatas merupakan kaki pin yang ada pada NodeMCU. Berikut penjelasan dari pin- pin NodeMCU tersebut (Fajar, 2017) :

1. ADC: Analog Digital *Converter*. Rentang tegangan masukan 0-1v, dengan skup nilai digital 0-1024
2. RST : berfungsi mereset modul
3. EN: *Chip Enable, Active High*

4. IO16 : GPIO16, dapat digunakan untuk membangunkan chipset dari mode deep sleep
5. IO14 : GPIO14; HSPI_CLK
6. IO12 : GPIO12: HSPI_MISO
7. IO13: GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
8. VCC: Catu daya 3.3V (VDD)
9. CS0 :*Chip selection*
10. MISO : Slave output, Main input.
11. IO9 : GPIO9
12. IO10 GBIO10
13. MOSI: Main output *slave* input
14. SCLK: *Clock*
15. GND: *Ground*
16. IO15: GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0_RTS
17. IO2 : GPIO2;UART1_TXD
18. IO0 : GPIO0
19. IO4 : GPIO4
20. IO5 : GPIO5
21. RXD : UART0_RXD; GPIO3
22. TXD : UART0_TXD; GPIO1

Untuk tegangan kerja ESP8266 menggunakan standar tegangan JEDEC (tegangan 3.3V) untuk bisa berfungsi. Tidak seperti mikrokontroler AVR dan sebagian besar board Arduino yang memiliki tegangan TTL 5 volt.

Meskipun begitu, NodeMCU masih bisa terhubung dengan 5V namun melalui port micro USB atau pin Vin yang disediakan oleh board-nya. Namun karena semua pin pada ESP8266 tidak toleran terhadap masukan 5V. Maka jangan sekali – kali langsung mencatunya dengan tegangan TTL jika tidak ingin merusak board anda. Anda bisa menggunakan Level Logic Converter untuk mengubah tegangan ke nilai aman 3.3v.

2.8 Arduino Nano

Arduino adalah perangkat elektronik yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Arduino memiliki sarana sarana komunikasi USB, sehingga dapat mempermudah pengguna untuk memprogram arduino dengan menggunakan laptop yang ada pada zaman sekarang. Arduino menggunakan program C. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah dalam perangkat lunak arduino sehingga pemula dapat dengan mudah mempelajarinya. Untuk melakukan pemrograman sebuah arduino, sudah tersedia perangkat lunak arduino yang dilengkapi dengan kumpulan *library* sehingga dapat mempermudah untuk melakukan pemrograman. Saat ini sudah banyak diproduksi modul siap pakai yang bisa langsung dipasangkan kedalam arduino. Saat ini sudah banyak jenis dari arduino, salah satunya adalah Arduino Nano. Arduino nano diciptakan dengan basis mikrokontroler Atmega328 untuk Arduino Nano versi ke 3 (Karina dkk, 2018):

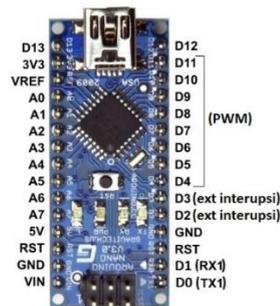
Arduino Nano merupakan sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi serta merespon situasi dan kondisi yang ada di dunia nyata. *Board* yang diproduksi oleh Gravitech ini adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source* dengan ukuran kecil yang membuat *board* ini menjadi populer di kalangan masyarakat. Arduino Nano adalah *board* berbasis mikrokontroler Atmega 328 ataupun Atmega 168 yang memiliki 14 pin digital *input* dan *output* (6 pin digunakan sebagai *output* PWM, koneksi menggunakan USB, osilator kristal sebesar 16 MHz, sebuah ISP *header*, serta tombol seret. Namun, Arduino Nano ini tidak memiliki *port* untuk *power* DC sehingga hanya bekerja dengan Mini-B USB *cable*. Berikut dibawah ini merupakan spesifikasi Arduino Nano, antara lain (Marindani dan Sanjaya 2014) :

Tabel 2.3 Spesifikasi *Board* Arduino Nano (Marindani dan Sanjaya 2014)

Mikrokontroler	Atmega 328 atau Atmega 168
Tegangan <i>Input</i> (disarankan)	7-12V
Tegangan <i>Input</i> (limit)	6-20V
Tegangan Operasi	5V
Pin <i>Input</i> Analog	8
Pin I/O Digital	14
Pin I/O Digital untuk PWM	6
Arus DC per pin I/O	40Ma
<i>Flash Memory</i>	16 KB (Atmega168) atau 32 KB (Atmega328)

SRAM	1 KB (Atmega168) atau 2 KB (Atmega328)
EEPROM	512 Bytes (Atmega168) atau 1 KB (Atmega328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
Dimensi	0.73 cm x 1,70 cm
Panjang	45 mm
Berat	5 gr
Lebar	18 mm

Berikut adalah gambar pemetaan pin pada Arduino Nano :



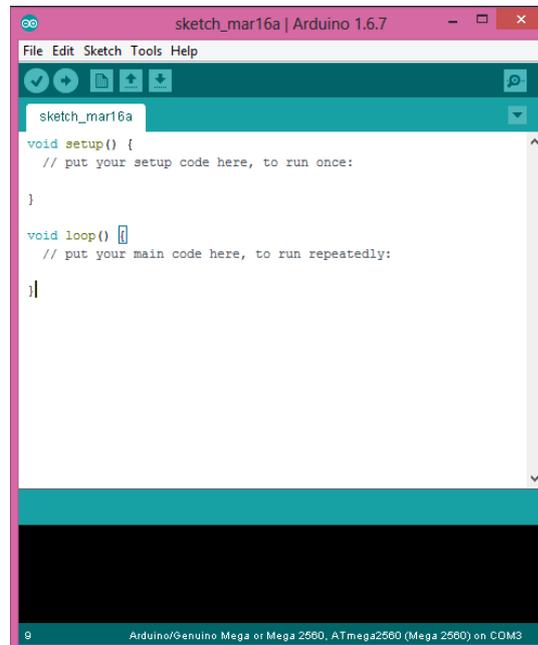
Gambar 2.9 Arduino Nano (Marindani dan Sanjaya 2014)

2.9 Arduino IDE

IDE merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment*, atau secara Bahasa mudahnya lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk pengembangan. Arduino IDE merupakan aplikasi pemrograman untuk perangkat Arduino dan nodemcu, agar perangkat tersebut dapat melakukan fungsi-fungsi yang dapat kita inginkan. Arduino menggunakan Bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai Bahasa C. Aplikasi Arduino IDE juga memiliki kumpulan contoh program yang berada pada *library* sehingga

pemula dapat dengan mudah untuk melakukan pemrograman (Kosolapov, 2017).

Berikut merupakan tampilan dari arduino IDE beserta fungsi fungsinya :



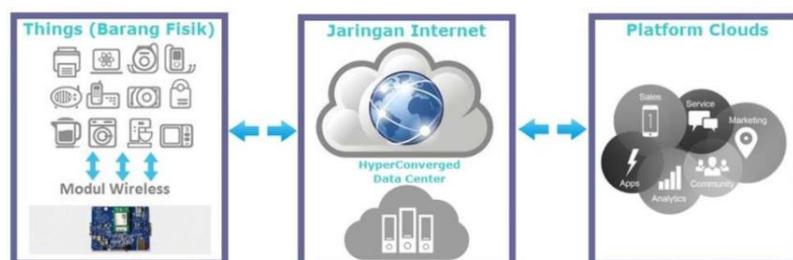
Gambar 2.10 Tampilan Arduino IDE

Ikon	Nama	Fungsi
	Verify	Untuk melakukan checking kode yang kamu buat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum
	Upload	Untuk melakukan kompilasi program atau kode yang kamu buat menjadi bahasa yang dapat dipahami oleh Arduino
	New	Untuk membuat <i>Sketch</i> baru
	Open	Untuk membuka <i>Sketch</i> yang pernah dibuat dan membuka kembali untuk dilakukan editing atau sekedar <i>upload</i> ulang ke Arduino
	Save	Untuk menyimpan <i>Sketch</i> yang telah dibuat
	Serial Monitor	Untuk membuka serial monitor. Serial monitor disini merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara arduino dengan <i>sketch</i> pada port serialnya. <i>Serial Monitor</i> ini sangat berguna sekali ketika ingin membuat program atau melakukan

		<i>debugging</i> tanpa menggunakan LCD pada arduino. <i>Serial monitor</i> ini dapat digunakan untuk nilai proses, nilai pembacaan, bahkan pesan <i>error</i>
--	--	---

2.10 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah teknologi komunikasi dengan koneksi jaringan global yang berinteraksi dengan memanfaatkan jaringan internet tanpa interaksi manusia dengan manusia atau manusia dengan komputer. Elemen utama yang terdapat pada IoT terdiri dari koneksi internet sebagai media komunikasi, bentuk fisik seperti modul sensor, nirkabel, maupun kode QR sebagai media pengumpulan data, serta pusat data pada server untuk menyimpan data. Dengan ketiga elemen tersebut, IoT dapat dengan mudah mengidentifikasi objek dan modul sensor, serta kemampuan koneksi sebagai aplikasi kooperatif (Setiadi dan Muhaemin, 2018).



Gambar 2.11 Konsep IoT (Setiadi dan Muhaemin, 2018)

Internet of Thing (IoT) bekerja dengan memanfaatkan setiap perintah pemrograman untuk mendapatkan sebuah interaksi sesama mesin secara otomatis dalam cakupan jarak berapapun. Implementasi yang dapat diterapkan menggunakan IoT terdapat pada beberapa bidang, diantaranya

pada bidang keamanan yang memanfaatkan internet untuk mengontrol rumah, jalan, dan gedung melalui CCTV. Sedangkan pada bidang properti, dimanfaatkan melalui eskalator, sistem pendingin, sistem keamanan, kelistrikan, administrasi dengan menghubungkannya lewat internet yang dapat dikontrol dimana saja. Dalam bidang medis dan kedokteran, IoT dimanfaatkan sebagai pengontrol kondisi pasien melalui sensor detak jantung dan sensor lainnya yang langsung terhubung ke ruang pusat kontrol secara otomatis. Salah satu pemanfaatan IoT salah satunya yaitu blynk (Efendi 2018).

2.10.1 Blynk

Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, *Raspberry Pi* dan sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat *hardware*, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain.

Aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama yaitu Aplikasi, *Server*, dan *Libraries*. Blynk server berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara smartphone dan hardware. Widget yang tersedia pada Blynk diantaranya adalah *Button*, *Value Display*, *History Graph*, *Twitter*, dan *Email*. Blynk tidak terikat dengan beberapa jenis *microcontroller* namun harus didukung hardware yang dipilih. NodeMCU dikontrol dengan Internet melalui WiFi, chip ESP8266, Blynk akan dibuat online dan siap untuk *Internet of Things* .

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan September 2021 di Laboratorium Fisika Dasar lantai 3 Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, jalan gayajana no 50 Malang.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan kali ini adalah penelitian yang bersifat eksperimental dan rancang bangun aplikasi arduino IDE dengan berbasis Blynk. Penelitian bersifat eksperimental dengan melakukan pengambilan data detak jantung dan suhu tubuh manusia yang sudah ditentukan dengan menggunakan sensor MAX30102 dan MLX90614. Jenis *output* yang diharapkan adalah data yang dihasilkan sesuai dengan *real* kondisi manusia tersebut. Dengan penelitian yang berbasis *Internet of Things* diharapkan *dapat* mempermudah dalam mendapatkan solusi alternatif monitoring kondisi tubuh.

3.3 Alat dan Bahan

Dalam perancangan alat pengukur detak jantung dan suhu tubuh ini digunakan beberapa alat dan bahan perangkat keras (hardware) maupun

perangkat lunak (software), yaitu :

3.3.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada perancangan alat pengukur detak jantung dan suhu tubuh manusia digunakan beberapa peralatan dan komponen yang menunjang pembuatan perangkat keras ini diantaranya adalah :

1. Esp8266 nodemcu	1 buah
2. Arduino nano	1 buah
3. Sensor MAX30102	1 buah
4. Sensor Mlx90614	1 buah
5. Oled display	1 buah
6. <i>Project board</i>	1 buah
7. Kabel <i>male-female</i>	10 buah
8. Kabel power	1 buah
9. Laptop	1 unit
10. Smartphone	1 unit

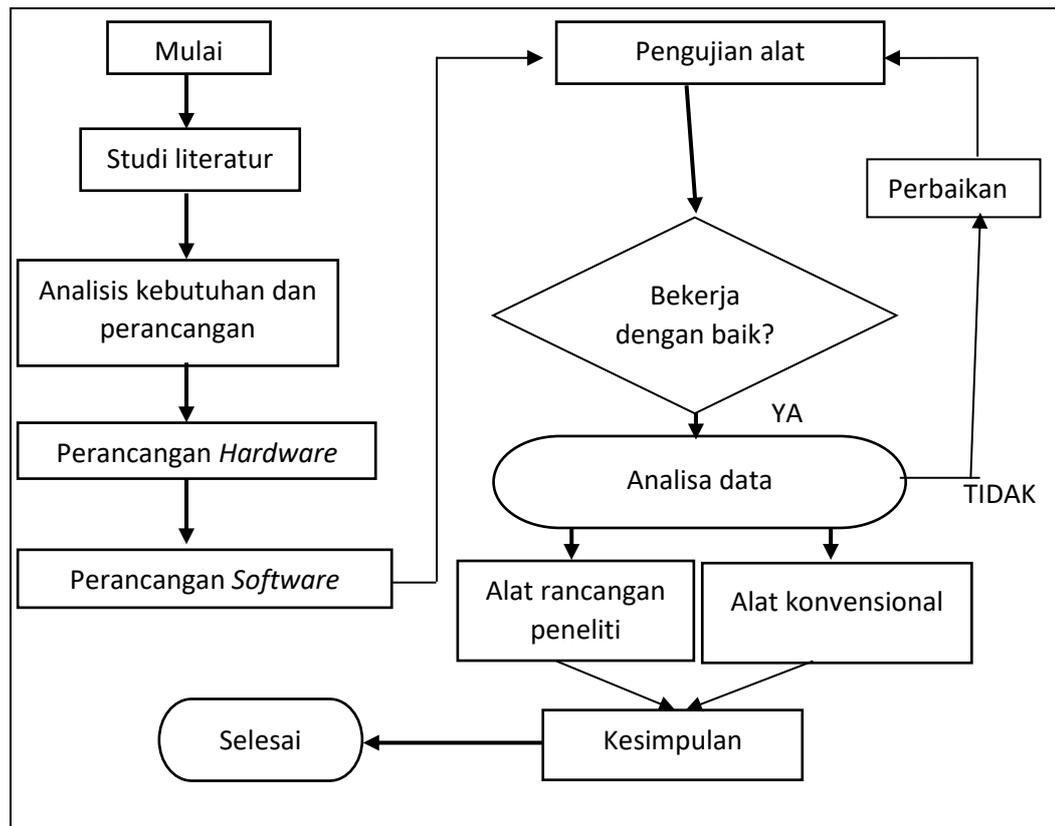
3.3.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Pada perancangan alat pengukur detak jantung dan suhu tubuh manusia digunakan dua perangkat lunak (*software*) sebagai media *interface* antara lain :

1. Arduino IDE
2. *Blynk*

3.4 Diagram Alir Penelitian

Adapun penelitian prototipe sistem monitoring detak jantung dan suhu tubuh manusia berbasis *internet of things* (iot) menggunakan nodemcu esp8266 ini meliputi beberapa tahap yang dipaparkan pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Pada permulaan penelitian, peneliti mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Setelah semua sudah dipersiapkan, peneliti melakukan karakterisasi data dari sensor MAX30102 dan MLX90614 yang akan digunakan sebagai kalibrasi data, ketepatan pembaca data, serta sensitivitas sensor.

Pada tahap pembuatan perangkat keras (*hardware*), peneliti mulai menyusun rancangan yang terdiri dari sensor MAX30102, MLX90614, nodemcu, arduino nano, oled display beserta PC, *mobile phone* untuk menampilkan data. Perancangan perangkat keras harus diimbangi dengan perancangan perangkat lunak agar pengujian dapat dilakukan sehingga menghasilkan data yang sesuai pada android. Pada perancangan perangkat lunak, peneliti melakukan perancangan *Graphical User Interface* (GUI) pada aplikasi *Blynk* yang disinkronisasi dengan Arduino IDE. Jika pengujian tidak dapat bekerja dengan baik maka pengujian akan diperbaiki kemudian diuji kembali sampai berhasil.

Setelah perancangan dan pengujian telah dilaksanakan, data yang diperoleh akan dianalisis untuk mengukur kondisi jantung dan suhu tubuh dalam keadaan normal ataupun tidak, kesesuaian perancangan alat dengan alat pulse oximeter, serta mengetahui nilai kesalahan yang terjadi saat pembuatan dan pengujian alat.

3.5 Tahapan Perancangan Alat

3.5.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras (*hardware*) membutuhkan sensor MAX30102, MLX90614, serta nodemcu dengan bahan ujinya yaitu tubuh manusia. Oleh karena itu, tubuh manusia memiliki peranan utama dalam pembuatan perangkat keras ini. Setelah bahan uji tersedia, dilakukan pemasangan perangkat keras buatan peneliti pada salah satu lengan dengan

keadaan mati. Pengukuran dilakukan sesaat sebelum melakukan aktivitas dan sesaat setelah melakukan aktivitas. Pembacaan data analog yang diterima oleh *photodetector* akan dikirimkan menuju arduino melalui LED merah dan *infrared* setelah dilakukan proses *Analog to Digital Converter* (ADC) menggunakan *software* Arduino IDE. Setelah pengiriman data menuju mikrokontroler berhasil, modul nodemcu akan digunakan sebagai *interface* mikrokontroler menuju android. Sehingga data tampilan yang terdapat pada android sudah berupa nilai digital suhu dengan satuan °C dan bpm. Setelah penerimaan data kedalam mikrokontroler dan android berhasil, dilakukan analisis data untuk membandingkan dengan alat konvensional dan menganalisis apakah keadaan jantung dan tubuh dalam kondisi normal ataupun tidak.

3.5.2 Perancangan Perangkat Lunak (*software*)

Untuk memprogramkan perangkat lunak bisa dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Menyalakan pc
2. Menginstal port serial dan pin yang sesuai dengan perangkat tersedia
3. Menginstal library jika belum tersedia dan selanjutnya ditampilkan
4. Mendesain tampilan GUI pada smartphone
5. Menginput kode yang dibutuhkan
6. Menyalakan wifi *tethering* smartphone
7. Mengupload source kode tersebut
8. Mengukur bpm dan suhu tubuh manusia

9. Menampilkan hasil pada smartphone
10. Membandingkan dan menganalisis hasil pengukuran yang telah berhasil dengan oxymeter pabrik

Pada tahapan perancangan perangkat lunak (*software*), program akan berjalan jika peneliti melakukan *library* sensor MAX30102, MLX90614 dan aplikasi Blynk pada menu *include library* pada arduino IDE. Nodemcu berperan sebagai perangkat yang menerima hasil keluaran sensor dan harus dilengkapi dengan program yang didapat setelah membuat tampilan GUI pada situs aplikasi resmi *Blynk* sebagai *interface* dan menginput *source code* menggunakan Arduino IDE. Setelah melakukan pembuatan program pada software Arduino IDE, diperlukan konektivitas wifi yang mana disini menggunakan *tethering* dari smartphone yang akan menghubungkan mikrokontroler dengan Blynk sebagai perangkat pembacaan data keluaran sensor. Ketika perangkat komunikasi tak terkoneksi, diperlukan pendeteksian ulang terhadap perangkat keras yang digunakan.

3.6 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data untuk pengukuran laju detak jantung dan suhu tubuh ini menggunakan jari sebagai media yang telah dilengkapi rangkaian mikrokontroler dengan sensor yang terpasang menempel pada kulit. Tujuannya untuk pengukuran sensor dapat langsung membaca perubahan laju detak jantung melalui cahaya merah pada MAX30102 dan MLX90614 dapat membaca perubahan suhu tubuh yang terjadi. Pengambilan data

dilakukan pada responden dengan menghidupkan rangkaian mikrokontroler dan menghubungkan konektivitas wifi (*tethering*) dengan android. Data akan langsung terbaca pada tampilan aplikasi konektivitas antara keduanya telah terhubung.

3.7 Metode Pengolahan Data

Pada pengolahan data pembuatan alat ini terdapat beberapa tahap diantaranya adalah :

3.7.1 Perhitungan Statistik

Pada pengolahan data menggunakan perhitungan statistik, dilakukan perhitungan nilai rata-rata untuk menentukan standar deviasi data yang ada.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3.1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.2)$$

keterangan :

\bar{x} = rata -rata

s = standar deviasi

x_i = nilai sampel ke-i

n = banyaknya data

3.7.2 Uji Akurat

Akurat merupakan titik ukur yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan analisa yang sebenarnya. Untuk mengetahui hasil

keadaan perancangan alat dapat dilihat melalui tingkat akurasi yang dibandingkan dengan alat konvensional yang sudah ada, dengan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{ Akurasi} = 100\% - \left| \frac{\text{hasil alat konvensional} - \text{hasil alat perancangan}}{\text{hasil alat konvensional}} \right| \times 100\% \quad (3.3)$$

3.7.3 Uji Presisi

Pada setiap pengukuran, diperlukan perhitungan hasil kesalahan pengujian serta ketelitiannya sebagai pengukur tingkat keberhasilan alat dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Ketelitian} = \left(1 - \left| \frac{x_n - \bar{x}_n}{\bar{x}_n} \right| \right) \times 100\% \quad (3.4)$$

Keterangan :

X_n = data ke-n

\bar{X}_n = rata-rata

n = banyaknya data

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

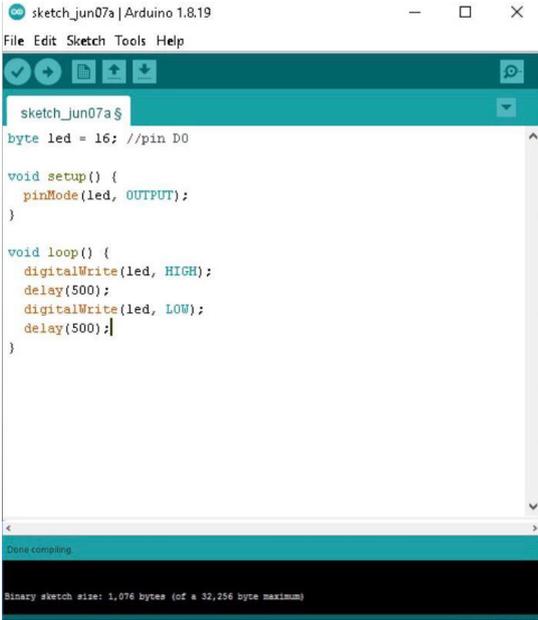
4.1 Hasil Penelitian

Desain pengukur detak jantung dan suhu tubuh manusia ini bertujuan untuk mengukur jumlah denyut nadi permenit dan kondisi temperatur suhu tubuh sebagai monitoring dini kondisi tubuh dalam keadaan normal atau tidak. Dalam proses pembuatannya, peneliti melakukan dua tahap perancangan yakni perancangan *hardware* dan perancangan software.

4.1.1 Pengujian Mikrokontroler Nodemcu

Penelitian prototipe ini menggunakan mikrokontroler Nodemcu. Nodemcu merupakan salah satu *firmware* modul ESP8266 yang bersifat *open-source* dan terdapat development kit untuk memudahkan membangun prototipe produk Internet of Thing (IoT) dengan menggunakan bahasa pemograman Lua. Mikrokontroler pada prototipe ini adalah sebagai otak dimana keluaran akan bernilai sebagai bahan uji coba. Software yang digunakan dalam nodemcu ini adalah Arduino IDE. Arduino IDE ialah software *cross-platform* untuk macOS, windows, dan linux, yang ditulis dengan menggunakan bahasa java. Arduino IDE memakai program *avrdude* untuk mengubah kode yang dikerjakan menjadi sebuah *text* file dalam *hexadecimal encoding*.

Pengujian mikrokontroler dilakukan dengan menghubungkan board nodemcu ke komputer menggunakan kabel micro USB. Indikator bahwa mikrokontroler bisa nyala yaitu dengan adanya lampu LED yang akan berkedip. Pengujian software menggunakan nodemcu dilakukan dengan program yang sederhana yaitu dengan menyalakan LED. Kemudian membuat kode pemrograman yang terdapat dalam sketch arduino IDE. Jika sudah selesai dan selanjutnya diupload dan menunggu beberapa saat agar pemrograman bisa ter-upload ke mikrokontroler nodemcu. Jika di sketch muncul tulisan “*done uploading*” maka sistem sudah bisa bekerja dengan benar dan sudah dapat dinyatakan bahwa mikrokontroler berjalan normal. Adapun program sederhana yang sudah berhasil di-upload bisa dilihat pada gambar dibawah ini :



```
sketch_jun07a | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jun07a $
byte led = 16; //pin D0

void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(500);
}

Done compiling
Binary sketch size: 1,076 bytes (of a 32,256 byte maximum)
```

Gambar 4.1 Sketch Pengujian Nodemcu

4.1.2 Pengujian Blynk

Blynk adalah platform untuk ios atau android yang digunakan untuk mengendalikan modul arduino, *rasbery pi*, *wemos*, dan modul sejenisnya. Aplikasi ini bisa digunakan untuk mengontrol apapun dari jarak jauh atau bisa ditentukan. Nodemcu disini berperan sebagai otak tranfer data ke blynk dengan jaringan wifi. Dalam proses tranfer data wifi yang berasal dari *tethering* smartphome menunjukkan hasil realtime dari nilai yang tertera.

Software yang digunakan tetap menggunakan Arduino IDE yang ditujukan pemogramannya ke nodemcu dan kemudian diteruskan ke blynk lewat jaringan wifi. Didalam sketch sudah dikode untuk bisa tersambung dengan aplikasi blynk yang ada di *smarphone*, caranya dengan mengirimkan kode akses blynk dengan melalui email. Kemudian kode tersebut dimasukkan dalam sketch beserta nama wifi dan passwordnya, dalam hal ini wifi dari *tethering smartphome*. Untuk tahap pengujian blynk memakai cara yang sederhana yaitu dengan menyalakan LED dengan blynk. Setelah sketch yang sudah di kode pemogramannya lalu diaplikasi blynk dibuat *push button* “*on off*”. Kemudian sketch di-upload dan menunggu sampai ada tulisan “*done uploading*”. Setelah bisa untuk mematikan dan menghidupkan LED maka aplikasi blynk berjalan dengan benar. Adapun gambar program di arduino IDE dan tampilan blynk dibawah ini :



```

sketch_aug04a | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help
sketch_aug04a$
1 #define BLYNK_PRINT Serial
2
3 #include <ESP8266WiFi.h>
4 #include <BlynkSimpleEsp8266.h>
5
6 char auth[] = "u9btU0PBX-1sU2uawapcUgE2s_He68jo"; //token blynk via e-mail
7
8 char ssid[] = "namawifikamu"; //nama wifi
9 char pass[] = "isipasswordkamu"; //password wifi
10
11 void setup(){
12   Serial.begin(9600);
13   Blynk.begin(auth, ssid, pass);
14 }
15
16 void loop(){
17   Blynk.run();
18 }

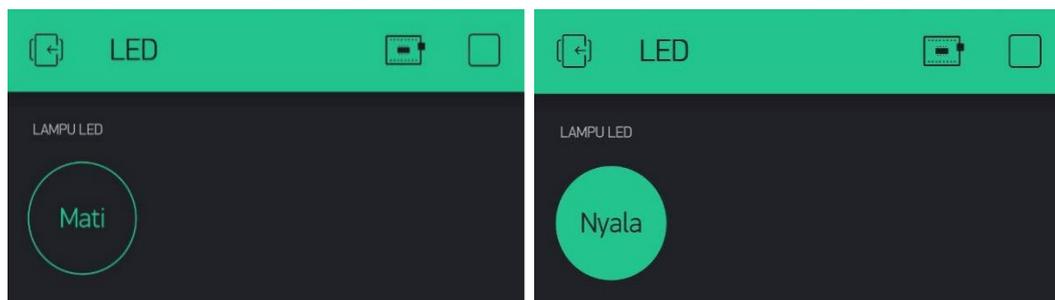
```

```

Auto-detected flash size: 4MB
Compressed 283344 bytes to 207550...
Wrote 283344 bytes (207550 compressed) at 0x00000000 in 18.3 seconds (effective 123.8 kbit/s)
Hash of data verified.
Leaving...
Hard resetting via RTS pin...

```

Gambar 4.2 Sketch Pengujian Blynk



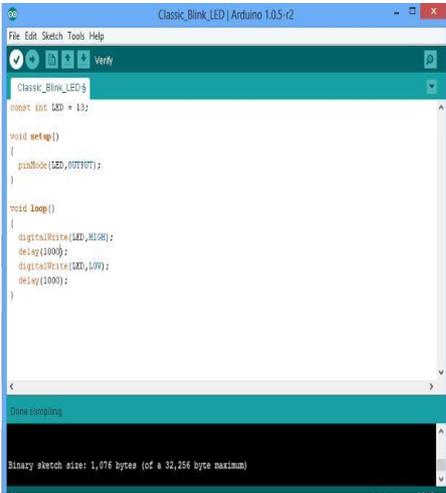
Gambar 4.3 Tampilan Blynk

4.1.3 Pengujian Mikrokontroler Arduino Nano

Penelitian ini selain menggunakan nodemcu juga menggunakan mikrokontroler arduino nano. Arduino nano merupakan kit elektronik bersifat *open source* yang didalamnya terdapat serangkaian komponen elektronik dan *chip* mikrokontroler. Mikrokontroler pada prototipe ini mempunyai peran sebagai otak. Arduino nano adalah salah satu board mikrokontroler yang berukuran kecil. Proses berkomunikasi dengan

komponen input, mengolah data dari sensor dan memberi perintah pada komponen output merupakan tugas dari mikrokontroler. *Chip* mikrokontroler yang digunakan arduino nano ialah Atmega328.

Software yang digunakan untuk membuat kode pemrograman sama dengan Nodemcu yaitu Arduino IDE. Pengujian mikrokontroler dilakukan dengan menghubungkan *board* Arduino nano ke komputer menggunakan kabel USB. Lampu LED indikator power menyala menandakan *hardware* Arduino bekerja. Kemudian pengujian *software* Arduino IDE dilakukan dengan menggunakan program sederhana yakni, membuat kode pemrograman untuk menyalakan dan mematikan LED *built in* dari Arduino nano secara terus menerus. Jika *sketch* di-*upload* dan muncul tulisan “*done uploading*” maka *sketch* yang *upload* sudah benar dan berhasil di-*compile* ke bahasa mikrokontroler. LED *built in* menyala berkedip menandakan program sudah diterima oleh chip mikrokontroler dan *board* Arduino nano berfungsi dengan baik. Adapun program sederhana yang berhasil di-*upload* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



```
Classic_Blink_LED $
const int LED = 13;

void setup()
{
  pinMode(LED, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(LED, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(LED, LOW);
  delay(1000);
}

Done compiling
Binary sketch size: 1,076 bytes (of a 32,256 byte maximum)
```

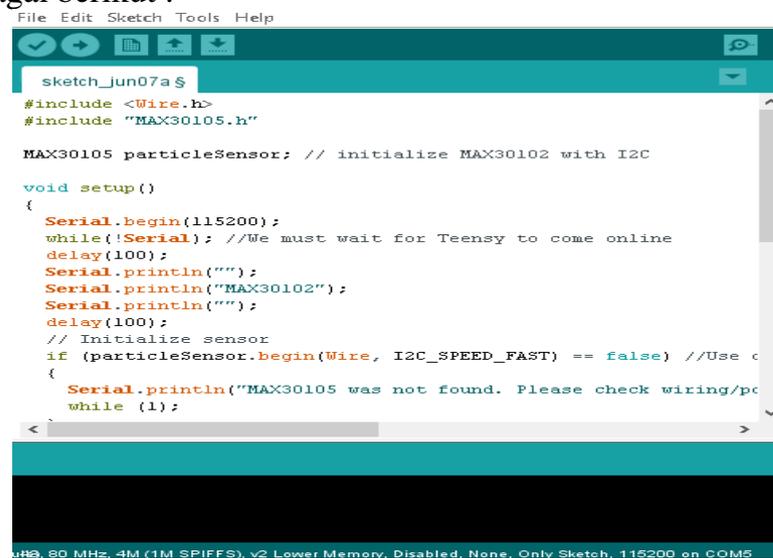
Gambar 4.4 *Sketch* Pengujian Arduino Nano

4.1.4 Pengujian Sensor MAX30102

Prototipe pengukuran detak jantung ini menggunakan sensor MAX30102. Modul sensor MAX30102 merupakan salah satu jenis sensor yang dapat mendeteksi laju detak jantung yang di produksi oleh Maxim Integrated. Sensor ini memiliki sumber LED merah dan inframerah dengan dilengkapi photodetector yang letaknya bersebelahan serta memiliki noise yang rendah dengan penolakan cahaya di sekitar sensor. MAX30102 beroperasi pada catu daya tunggal sebesar 1,8V dan catu daya 3,3V yang terpisah untuk LED internal. Modul sensor ini dilengkapi dengan I2C sebagai antarmuka standar yang kompatibel antara perangkat seluler dengan mikrokontroler.

Tahap awal pengujian sensor MAX30102 yaitu dengan memprogram mikrokontroler sesuai dengan rangkaian dan datasheet sensor. Pengujian ini menggunakan program yang telah tersedia di dalam library arduino yang sebelumnya didownload di website github. Pengujian sensor MAX30102 dilakukan dengan menghubungkan board arduino uno ke komputer. Penandaan bahwa sensor dapat nyala yaitu dengan adanya LED merah yang menyala ketika disambungkan dengan arduino uno. Kemudian software arduino IDE dirancang kodingannya agar bisa terbaca dalam rangkaian. Jika semuanya sudah selesai lalu diupload dan menunggu upload selesai. Untuk mengetahui sudah ter-upload didalam sketch muncul tulisan "*done uploading*". Untuk bisa mengetahui apakah sensor dapat bekerja dengan benar yaitu dengan melihat di *tools* lalu pilih serial monitor. Alat akan

mendeteksi jari yang tertempel, sehingga mendapatkan nilai yang terbaca oleh sensor. Adapun sketch arduino IDE untuk pengujian sensor MAX30102 yaitu sebagai berikut :



```

File Edit Sketch Tools Help
sketch_jun07a $
#include <Wire.h>
#include "MAX30105.h"

MAX30105 particleSensor; // initialize MAX30102 with I2C

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  while(!Serial); //We must wait for Teensy to come online
  delay(100);
  Serial.println("");
  Serial.println("MAX30102");
  Serial.println("");
  delay(100);
  // Initialize sensor
  if (particleSensor.begin(Wire, I2C_SPEED_FAST) == false) //Use c
  {
    Serial.println("MAX30105 was not found. Please check wiring/po
    while (1);
  }
}

```

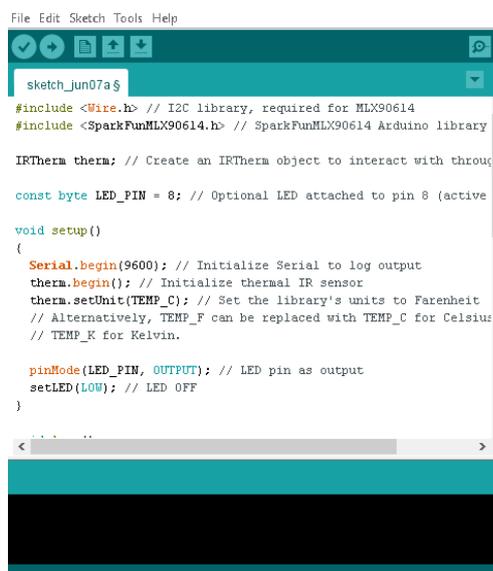
Gambar 4.5 Sketch Pengujian MAX30102

4.1.5 Pengujian Sensor MLX90614

Pengujian prototipe pengukuran suhu tubuh dalam penelitian ini menggunakan sensor MLX90614. Sensor MLX90614 merupakan thermometer infra merah yang digunakan mengukur suhu tanpa bersentuhan dengan objek. Sensor ini terdiri dari chip detektor yang peka terhadap suhu berbasis infra merah dan pengondisi sinyal ASSP yang mana terintegrasi dengan TO-39. Sensor ini didukung dengan penguat berderau rendah, ADC 17 bit, unit DSP dan thermometer yang memiliki akurasi dan resolusi tinggi.

Sensor suhu MLX90614 sudah memberikan keluaran berupa data digital. Oleh karena itu data keluaran sensor tidak perlu dikonveksi dan sensor ini bisa menggunakan protokol komunikasi serial I2C yang mana dihubungkan ke arduino uno. Dalam pengujiannya sensor MLX90614 yang sudah terhubung dengan arduino uno yang terpasang di komputer, kemudian

membuat sketch kodingan di dalam Arduino IDE. Untuk dapat terdeteksi dengan benar setelah di upload dan memunculkan tulisan “done uploading”, maka selanjutnya melihat di tools lalu mengeklik “serial monitor”. Data nilai yang sudah ada didalam serial monitor menandakan bahwa sensor MLX90614 bisa bekerja dengan benar. Adapun sketch kodingan yang terdapat di Arduino IDE bisa dilihat dibawah ini:



```
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jun07a $
#include <Wire.h> // I2C library, required for MLX90614
#include <SparkFunMLX90614.h> // SparkFunMLX90614 Arduino library

IRTherm therm; // Create an IRTherm object to interact with through

const byte LED_PIN = 8; // Optional LED attached to pin 8 (active

void setup()
{
  Serial.begin(9600); // Initialize Serial to log output
  therm.begin(); // Initialize thermal IR sensor
  therm.setUnit(TEMP_C); // Set the library's units to Fahrenheit
  // Alternatively, TEMP_F can be replaced with TEMP_C for Celsius
  // TEMP_K for Kelvin.

  pinMode(LED_PIN, OUTPUT); // LED pin as output
  setLED(LOW); // LED OFF
}
```

Gambar 4.6 Sketch Pengujian MLX90614

4.1.6 Pengujian Oled Display

Pengujian OLED Display bertujuan untuk mengetahui apakah OLED dapat menampilkan data – data program yang nantinya akan tampil. OLED yang digunakan memiliki ukuran 0.96 Inch 128 x 64 pixel dan memiliki 4 pin I2C yaitu Grond, Vcc, SCK, serta SDA.

Pengujian pada rangkaian I2C IIC Serial 128X64 OLED dilakukan dengan menghubungkan output rangkaian I2C IIC Serial 128X64 OLED ini dengan rangkaian mikrokontroler arduino uno. Pengujian program tersebut

akan memberikan logika high dan low secara bergantian pada input dari I2C IIC Serial 128X64 OLED, dimana input dari jembatan masing – masing dihubungkan SCL dan SDA. Inisialisasi tampilan I2C IIC Serial 128X64 OLED ditampilkan dalam bentuk angka dan abjad, sehingga dapat dibaca dengan baik. Berikut gambar pengujian yang sudah berhasil :



Gambar 4. 7 Pengujian Oled Display

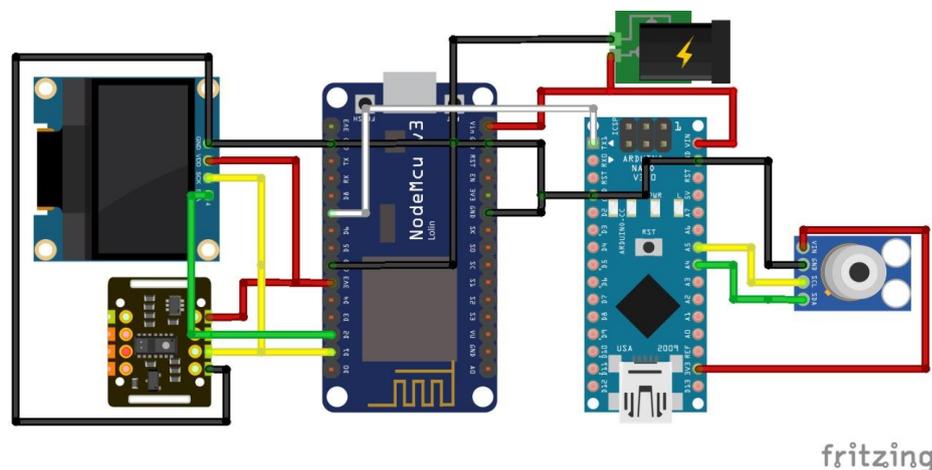
4.1.7 Hasil Keseluruhan Prototipe Detak jantung dan Suhu Tubuh

Hasil keseluruhan dalam penelitian ini meliputi perancangan hardware dan software. Dalam proses tersebut dapat di lakukan sebagai berikut :

4.1.7.1 Perancangan Hardware

Perancangan hardware dalam penelitian ini akan menghasilkan nilai detak jantung dalam satuan bpm dan nilai temperatur dalam satuan ($^{\circ}\text{C}$). Komponen – komponen yang terdapat di dalam perangkat keras (hardware) pengukur detak jantung dan suhu tubuh ini meliputi modul sensor MAX30102, MLX90614, nodeMCU, arduino nano, oled display, kabel jumper, serta kabel USB tipe mini.

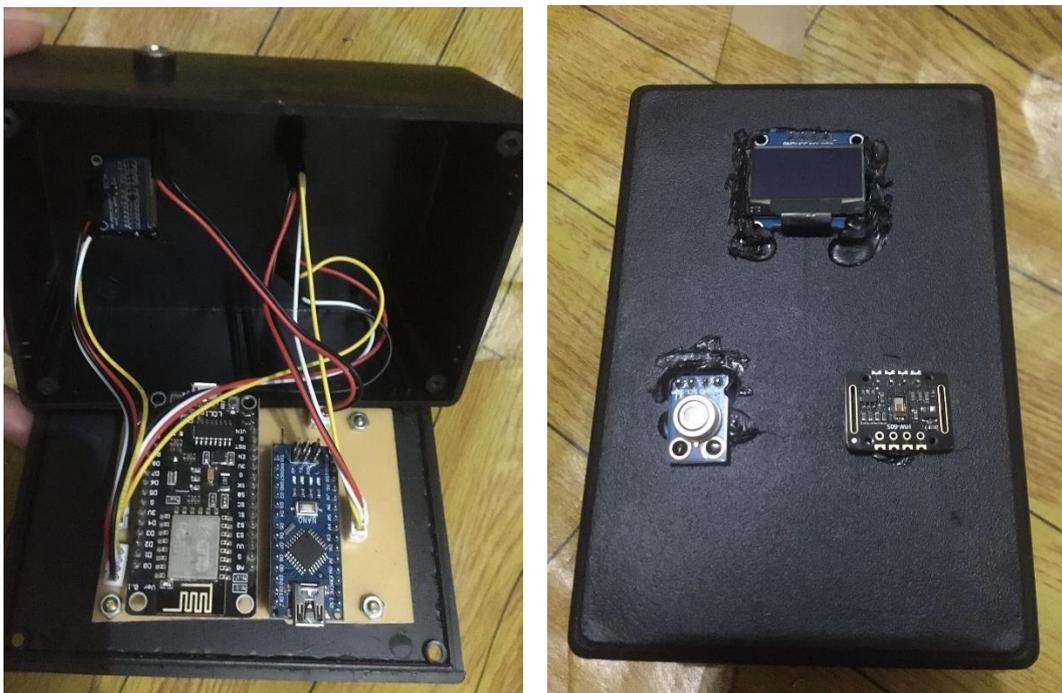
Perancangan dimulai dengan seluruh alat dirangkai sesuai gambar 4.8 dimana untuk pemrograman koding data di arduino IDE diproses secara bertahap. Terlebih dahulu pemrograman dari sensor MLX90614 yang sudah tersambung dengan arduino nano. Kemudian pemrograman dilanjutkan dengan mengkode sensor MAX30102 yang tersambung dengan nodemcu, sekaligus untuk oled display diprogram setelah sensor MAX30102 selesai. Berikut ini merupakan desain hasil perancangan perangkat keras (hardware), deskripsi dan tampilan pengukur detak jantung dan suhu tubuh, antara lain :



Gambar 4.8 Rangkaian Desain Hasil Percobaan (Azis, 2022)

Pada gambar 4.8 terlihat tampilan perancangan prototipe pengukur detak jantung dan suhu tubuh dengan rangkaian yang sudah disusun sedemikian rupa. Pengukuran detak jantung dilakukan dengan menempelkan pada permukaan sensor MAX30102. Pengukuran suhu tubuh dilakukan dengan menempelkan tangan atau jari pada permukaan sensor MLX90614. Dalam rangkaian tersebut nodeMCU dan arduino dipakai bersamaan agar nilai tidak tercampur yang akan mengakibatkan ketidakstabilan pada pembacaan

sensor suhu. Power supply dalam rangkaian ini menggunakan listrik langsung agar mempermudah pemakaian. Dalam rangkain tersebut arduino berfungsi menghubungkan sensor MLX90614 ke nodemcu. Jika terdapat objek pada permukaan sensor maka akan ditampilkan pada aplikasi blynk. Pengoprasian tersebut sudah diprogram dalam software arduino IDE dan nedemcu maupun arduino nano menangkap program yang sudah diupload.



(a)

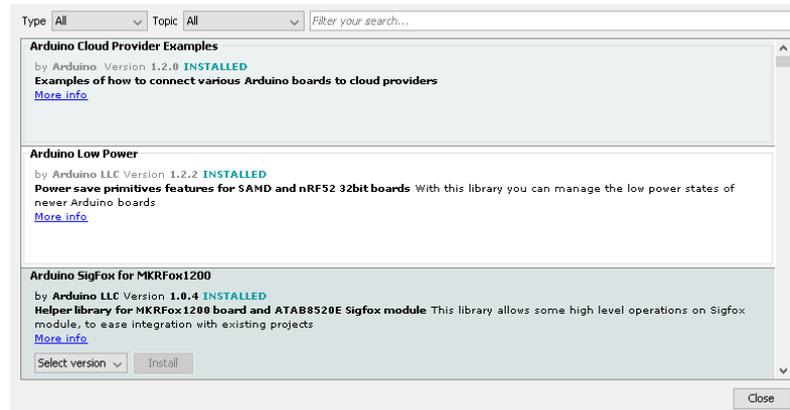
(b)

Gambar 4.9 Tampilan prototipe detak jantung dan suhu tubuh (a) rangkaian mikrokontroler (b) tampilan jadi prototipe

4.1.7.2 Perancangan Software

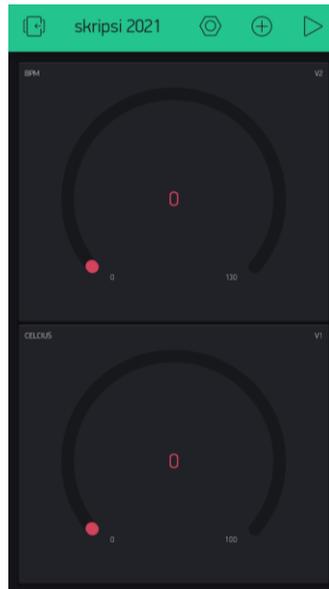
Perancangan perangkat lunak (software) pengukur detak jantung dan suhu tubuh manusia ini menggunakan dua aplikasi yaitu software Arduino IDE dan Blynk.

Sebelum program pada software Arduino IDE dibuat, terlebih dahulu dilakukan penginstalan library untuk sensor MAX 30102 dan MLX90614 pada menu library manager di Arduino IDE seperti yang terdapat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.10 Tampilan Menu Library

Setelah proses pembuatan program pada software arduino IDE selesai, langkah selanjutnya adalah membuat tampilan Graphical User Interface (GUI) pada aplikasi Blynk yang digunakan sebagai interface antara mikrokontroler dan android untuk perancangan pengukur detak jantung dan suhu tubuh ini. Berikut dibawah ini merupakan hasil perancangan tampilan GUI pada aplikasi Blynk.



Gambar 4.11 Tampilan Menu Blynk

Tampilan GUI pada Blynk merupakan desain dalam bentuk gambar dan label. Tampilan tersebut didapatkan dari source code atau token setelah menyelesaikan proses pembuatan tampilan yang akan dikirimkan lewat email pribadi. Untuk proses pembuatan pemrograman pada Arduino IDE dilakukan setelah menerima kode dari aplikasi. Dapat dilihat pada gambar 4.3 ada dua indikator utama yaitu Heart Rate (detak jantung) yang ditunjukkan dengan BPM dan satu indikator temperatur yang ditunjukkan oleh celcius. Dalam penelitian ini untuk mengukur detak jantung jika mendapatkan nilai BPM dibawah normal akan berwarna merah dan jika normal atau di atas normal akan berwarna hijau. Kenormalan nilai BPM antara 60-100 BPM. Jika kurang 80 BPM atau melebihi 100 BPM seseorang akan tidak normal. Sedangkan untuk mengukur suhu tubuh selalu warna kuning dan tinggal melihat nilai yang tertera di monitor Blynk. Untuk nilai normal suhu tubuh yaitu berkisar 36– 37,5^o celcius. Nilai yang tertera jika

jari dan tangan di dekatkan dalam sensor nilai yang tertera di dalam aplikasi Blynk dan monitor oled display akan sama. Selain untuk mempermudah dalam penglihatan juga bisa melihatkan tes seseorang dalam jarak yang jauh dan terbatas. Dalam penelitian ini menggunakan *tethering* android untuk bisa terbaca di dalam aplikasi Blynk smartphone, untuk jarak yang tersedia maksimal 20 meter. Penelitian akan maksimal nilai yang dihasilkan harus dibawah 20 meter jarak antara android dengan prototipe percobaan.

4.2 Hasil Pengujian Karakteristik Pengukur Detak Jantung dan

Suhu

Perancangan alat untuk mengetahui karakteristik perangkat keras (*hardware*) dilakukan dengan komponen modul sensor MAX30102 dan MLX90614. Pengujian karakteristik perangkat keras ini dilakukan agar dapat ditentukan nilai batasan yang dapat mencakup oleh setiap modul. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan pengukuran sensor peneliti dengan pulse oximeter. Nilai detak jantung dengan sensor MAX30102 dikarakterisasi menggunakan pulse oximeter dan nilai suhu dengan sensor MLX90614 dikarakterisasi menggunakan thermometer batang. Hal tersebut bertujuan dapat mengetahui nilai rata – rata BPM dan derajat celcius sebagai pembandingan akurasi.

Tabel 4.1 karakterisasi detak jantung

Karakteristik Detak Jantung		
No	MAX30102	Pulse Oximeter
1	83	80

2	84	81
3	80	78
4	82	79

Dari karakterisasi diatas diketahui bahwa nilai sensor MAX30102 lebih tinggi dibandingkan dengan pulse oximeter, ini dipengaruhi oleh sensitivitas dari sensor MAX30102 dan perbedaan jarak waktu pengukuran dari sensor MAX30102 maupun pulse oximeter. Untuk sensor MAX30102 objek di dekatkan sampai mendapatkan nilai sekitar kurang lebih 6 detik, sedangkan untuk pulse oximeter dalam pengukurannya kurang lebih 10 detik sampai mendapatkan nilai. Kedua alat tersebut masing-masing mempunyai karakter sensor sendiri-sendiri. Untuk sensor MAX30102 lebih nilai lebih tinggi dengan selisih 3 bpm. Maka dari itu perlunya dikalibrasi agar nilai mendapatkan yang sebenarnya.

Tabel 4.2 karakteristik suhu

KARAKTERISTIK		
NO	THERMOMETER	MLX90614
1	35	32,64
2	40	37,63
3	45	42,64
4	50	47,64
5	55	52,68
6	60	57,70

Dari hasil karakterisasi diatas perbandingan antara thermometer dan sensor MLX90614 didapatkan nilai akurasi sebesar 95,1%. Nilai jarak yang tertera antara kedua alat tersebut tidak terlalu jauh sekitar 2,35 derajat celcius. Ini dikarenakan karakter dari sensor MLX90614 harus di kalibrasi agar nilai yang menunjukkan mendekati nilai sebenarnya. Oleh karena itu, perancangan suhu tubuh manusia dikatakan akurat dan dapat digunakan

sebagai pemeriksaan dini kondisi tubuh maupun pengecekan kesehatan secara berkala.

4.3 Hasil Pengujian Prototipe Pengukur Detak Jantung Dan Suhu

Tubuh

Pada pengujian prototipe detak jantung dan suhu tubuh ini dilakukan dengan beberapa orang sebagai sampel yang memiliki usia yang berbeda beda. Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan hasil pengukuran yang didapatkan oeh perancangan menggunakan sensor MAX30102 dengan Pulse Oximeter dan MLX90614 dengan termometer. Metode yang digunakan oleh sensor MAX30102 adalah metode *photolethysmograph (PPG) reflectance*, sedangkan *Pulse Oximeter* menggunakan metode *photolethysmograph (PPG) transmittance*. Pengujian dilakukan dengan 5 orang relawan, diantaranya 3 laki – laki dan 2 perempuan. Hasil pengolahan data dari 5 orang relawan yang meliputi nilai rata – rata dari keseluruhan sampai standar deviasi, serta ketelitian ditunjukkan untuk menentukan perbedaan kualitas kerja masing masing sensor menggunakan nilai akurasi. Berikut di bawah ini merupakan cara mengerjakan pengolahan data, yakni :

- a. Perhitungan rata-rata

$$\begin{aligned} \bar{x} &= (X_1 + X_2 + \dots + X_n) : n \\ &= (80 + 83 + 78 + 84) : 4 \\ &= 325 : 4 \\ &= 81,25 \end{aligned}$$

b. Perhitungan deviasi

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - x)^2}{n}}$$

$$\begin{aligned} \sum (x_1 - x)^2 &= (80 - 81,25)^2 = 1,5625 \\ &= (83 - 81,25)^2 = 3,0625 \\ &= (78 - 81,25)^2 = 10,5625 \\ &= (84 - 81,25)^2 = 7,5625 \\ &= 1,5625 + 3,0625 + 10,5625 + 7,5625 \\ &= 22,75 \end{aligned}$$

$$\sqrt{\frac{22,75}{4}} = \sqrt{5,6875} = 2,39$$

c. Pengukuran presisi

$$\begin{aligned} \text{Ketelitian} &= \left(1 - \left|\frac{x_n - \bar{x}_n}{\bar{x}_n}\right|\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \left|\frac{80 - 81,25}{81,25}\right|\right) \times 100\% \\ &= (1 - 0,0154) \times 100\% \\ &= 0,9846 \times 100\% \\ &= 98,46\% \end{aligned}$$

d. Pengukuran akurasi

$$\begin{aligned} \% \text{ akurasi} &= 100\% - \left|\frac{\text{hasil alat pulse oximeter} - \text{hasil alat peneliti}}{\text{hasil alat pulse oximeter}}\right| \times 100\% \\ &= 100\% - \left|\frac{329 - 325}{329}\right| \times 100\% \\ &= 100\% - 0,012156 \times 100\% \\ &= 0,9878 \times 100\% \end{aligned}$$

= 98,78%

Tabel 4.3 Pengolahan Data Detak Jantung

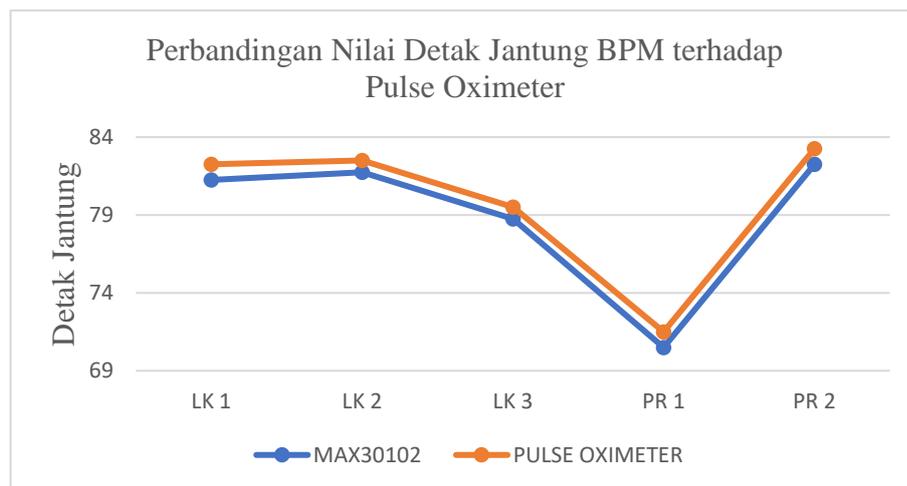
Jenis kelamin / umur	Jenis Pengolahan	MAX30102	<i>Pulse Oximetry</i>
Laki-laki 1	Rata-rata (bpm)	81,25	82,25
	Standar Deviasi	2,39	2,39
	Presisi (%)	98,46	98,48
	Akurasi (%)	98,78	
Laki-laki 2	Rata-rata (bpm)	81,75	82,5
	Standar Deviasi	2,49	2,29
	Presisi (%)	99,08	99,39
	Akurasi (%)	99,09	
Laki-laki 3	Rata-rata (bpm)	78,75	79,75
	Standar Deviasi	1,29	1,29
	Presisi (%)	99,05	99,06
	Akurasi (%)	98,75	
Perempuan 1	Rata-rata (bpm)	70,5	71,5
	Standar Deviasi	1,12	1,12
	Presisi (%)	99,29	99,3
	Akurasi (%)	98,60	
Perempuan 2	Rata-rata (bpm)	82,25	83,25
	Standar Deviasi	1,29	1,79
	Presisi (%)	98,48	98,50
	Akurasi (%)	98,80	
Tingkat Akurasi (%) Keseluruhan		MAX30102 dan <i>Pulse Oximetry</i>	
		98,81	

Tabel 4.4 Pengolahan Data Suhu Tubuh

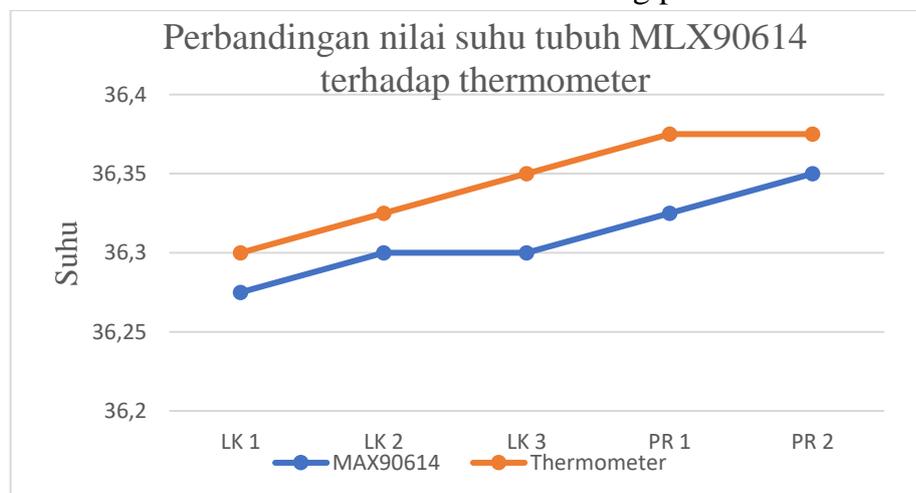
Jenis kelamin / umur	Jenis Pengolahan	MLX90614	Termometer
Laki-laki 1	Rata-rata (°C)	36,275	36,3
	Standar Deviasi	0,17	0,08
	Presisi (%)	99,91	99,95
	Akurasi (%)	99,93	
Laki-laki 2	Rata-rata (°C)	36,3	36,325
	Standar Deviasi	0,18	0,15
	Presisi (%)	99,90	99,92
	Akurasi (%)	99,93	
Laki-laki 3	Rata-rata (°C)	36,3	36,35
	Standar Deviasi	0,14	0,19

	Presisi (%)	99,92	99,90
	Akurasi (%)	99,86	
Perempuan 1	Rata-rata (°C)	36,3	36,35
	Standar Deviasi	0,22	0,22
	Presisi (%)	99,88	99,88
	Akurasi (%)	99,86	
Perempuan 2	Rata-rata (°C)	36,35	36,375
	Standar Deviasi	0,19	0,09
	Presisi (%)	99,90	99,95
	Akurasi (%)	99,93	
Tingkat Akurasi (%) Keseluruhan		MLX90614 dan Termometer	
		99,90	

Berikut adalah gambar grafik perbandingan antara nilai detak jantung BPM terhadap pulse oximeter dan grafik perbandingan nilai suhu tubuh MLX90614 terhadap thermometer sebagai berikut :



Gambar 4.12 Grafik Nilai Detak Jantung pada Relawan



Gambar 4.13 Grafik Nilai Suhu Tubuh pada Relawan

Pada tabel 4.12 dapat dilihat bahwa nilai detak jantung yang dimiliki oleh relawan perempuan 1 cenderung lebih rendah. Hal tersebut terjadi karena pada usia remaja normal, detak jantung cenderung tetap dan iramanya teratur. Sedangkan pada usia dewasa, efek fisiologi dan penambahan usia juga dapat mempengaruhi sistem kardiovaskulernya. Nilai ketelitian setiap relawan memiliki angka berfluktuasi dan tidak stabil, yang diakibatkan dari jantung yang selalu memompa darah setiap detiknya sehingga pembacaan data bersifat acak dan cepat.

Dari gambar diatas, dapat dilihat bahwa pengukuran yang dilakukan pada setiap relawan menghasilkan nilai detak jantung yang hampir sesuai dari kedua alat tersebut. Hal tersebut juga di buktikan dengan tingginya tingkat akurasi. Tingkat akurasi pada penelitian ini diukur dengan membandingkan alat perancang dengan alat pengukur saturasi oksigen dan alat perancang dengan pulse oximeter. Dari data yang tertera, hasil pengukuran dari relawan semua normal dan tidak ada gangguan penyakit. Nilai tersebut didapatkan dengan cara menentukan nilai akurasi setiap relawan dan mencari nilai rata-rata dari semua relawan. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai akurasi perbandingan alat perancang dengan alat pulse oximeter sebesar 98,81%.

Sedangkan untuk pengukuran suhu tubuh yang membandingkan alat perancang dengan termometer digital menghasilkan tingkat akurasi data oleh kedua sensor sebesar 99,90%. Data tersebut dihasilkan dari pengukuran relawan yang saat penelitian tidak ada gangguan penyakit atau bisa dikatakan

normal. Nilai akurasi yang tinggi karena suhu tubuh bersifat stabil serta pengukuran kedua sensor dilakukan pada tempat yang sama sehingga nilai yang didapatkan sesuai.

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh haris isyanto dan irwan jaenuddin mengenai judul “monitoring dua parameter data medik pasien (suhu tubuh dan detak jantung) berbasis arduino nirkabel” yang pengukurannya menggunakan sensor DS18B20 menghasilkan nilai selisih yang lumayan jauh, selisih dari lima orang sampel berkisar 3, 2, 7, 5, 3 BPM. Untuk pengukuran suhu tubuh mendapatkan selisih untuk lima orang sampel diantaranya 0,90 , 1,10 , 1,10 , 0,90 , 0,70 derajat celcius. Ini menandakan bahwa kurang kestabilan dari alat yang peneliti tersebut lakukan. Untuk alat yang dibuat oleh penulis menggunakan sensor MAX30102 dan MLX90614 pengukuran menghasilkan nilai detak jantung dengan menggunakan lima relawan dengan selisih 1 BPM. Untuk pengukuran suhu tubuh menggunakan lima relawan menghasilkan nilai selisih berkisar 0,1 derajat celcius. Dari perbandingan tersebut diketahui bahwa alat penulis lebih akurat dibandingkan alat peneliti lainnya yang sudah ada.

Menurut hasil pengamatan, pembuatan prototipe pengukur detak jantung dan suhu tubuh manusia menggunakan metode PPG reflectance memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan dengan metode PPG transmittance. Metode PPG *reflectance* lebih fleksibel dan banyak karena sumber cahaya diletakkan sejajar dengan sensor cahaya.

4.4 Integrasi Penelitian Menurut Pandangan Islam

Allah SWT menciptakan segala sesuatu bukan tanpa alasan, seperti penciptaan jantung yang merupakan organ vital yang berfungsi sebagai pemompa darah untuk memenuhi oksigen dan nutrisi keseluruhan tubuh. Selain itu, jantung merupakan pengendali seluruh kegiatan peredaran darah dengan melibatkan pembuluh darah sebagai salurannya yang digunakan untuk manusia bertahan hidup. Al-quran telah menjelaskan peristiwa tersebut dalam surah Qaf ayat 16 :

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ وَنَعْلَمُ مَا تُوَسْوِسُ بِهِ نَفْسُهُ وَنَحْنُ أَقْرَبُ إِلَيْهِ مِنْ حَبْلِ الْوَرِيدِ

“Dan sungguh, Kami telah menciptakan manusia dan mengetahui apa yang dibisikkan oleh hatinya (jantung), dan Kami lebih dekat kepadanya daripada urat lehernya” (QS. Qaf: 16)

Dalam tafsir Ibnu Katsir oleh Ismail bin Umar al-Quraisyi bin Katsir (2018) pada kalimat *“(jantung) hatinya”* *نَفْسُهُ* semua hal yang diberikan kepada umatnya seperti jantung merupakan bukti kasih sayang Allah kepada umatnya. Jantung merupakan organ vital yang menghubungkan urat vital pada bagian tubuh manusia. Oleh karena itu, kita sebagai manusia harus senantiasa menjaga kesehatan jantung, agar berfungsi sebagaimana mestinya.

Selain kenikmatan-kenikmatan yang Allah SWT berikan kepada hambanya seperti penciptaan jantung. Allah SWT juga menurunkan ujian berupa penyakit agar manusia bersabar dan berusaha ikhtiyar untuk mendapatkan kesembuhan. Bagi orang beriman akan memiliki rasa syukur sebelum mendapatkan sakit. Allah SWT berfirman QS Al-Imran ayat 191 :

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ
هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka” (QS. Al-Imran: 191)

Dalam tafsir Tabari oleh Imam Ja'far Muhammad bin Jarir ath – Thabari (2008) menjelaskan bahwa semua yang diciptakan Allah SWT tidak akan sia – sia. Pada kata lafadz (تَتَاهَا مَا خَلَقَ اِطَّلَبُ) tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia – sia) . Makna dari kata tersebut adalah bahwa Allah SWT tidak menciptakan penciptaan ini dengan tanpa alasan dan sia – sia, seperti halnya Allah SWT menciptakan penyakit jantung agar orang – orang semakin beriman kepadanya dan berfikir bahwa Allah SWT tidaklah menciptakan penyakit tanpa disertai upaya pencegahannya. Berobat adalah salah satu penanganan bilamana terkena penyakit jantung.allah SWT menciptakan penyakit pasti ada obatnya, seperti pada hadist berikut :

يا رسول الله ألا نتداوى؟ قال : (تداووا ، فإن الله لم يضع داء إلا وضع له شفاء إلا داء واحد) قالوا
(: يا رسول الله وما هو؟ قال : (الهرم

'Wahai Rosululloh, apakah kita berobat?, Nabi bersabda, 'berobatlah, karena sesungguhnya Allah tidak menurunkan penyakit, kecuali pasti menurunkan obatnya, kecuali satu penyakit (yang tidak ada obatnya), 'mereka bertanya, 'apa itu' ? Nabi bersabda, 'penyakit tua.' (HR.Tirmidzi 2038, dan disahihkan oleh al-Albani dalam Sunan Ibnu Majah 3436)

Dari hadist tersebut dianjurkan untuk senantiasa berobat apabila terkena penyakit. Karena Allah SWT menyukai manusia yang senantiasa menjaga kesehatannya. Adanya obat adalah upaya dalam penyembuhan

penyakit atas dirinya. Untuk itu, penting bagi umat manusia untuk senantiasa berikhtiyar dengan tetap berpikir mencari solusi atas penyakit yang dideritanya.

Penelitian ini adalah salah satu bentuk upaya dalam mencegah terjadinya penyakit dengan pengukuran detak jantung dan suhu tubuh secara berkala. Oleh karena itu peneliti membuat sebuah alat sebagai pengukuran atau pengecekan kondisi tubuh manusia apakah terdeteksi gangguan kesehatan atau tidak. Alat ini bisa dipakai dari usia bayi sampai dewasa. Melalui proses pengukuran atau pengecekan pasien dan pengecek tidak harus bersentuhan / kontak fisik dengan pasien. Dalam segi ini peneliti membuat sebuah rangkaian di mana pemanfaatan *internet of thing (IoT) smartphone* yang sudah terhubung dengan alat *check up* dan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat di bidang teknologi kesehatan dengan memuat teknologi yang ramah pengguna.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil prototipe sistem detak jantung dan suhu tubuh manusia maka diambil kesimpulan :

Telah berhasil merancang dan membangun sistem pengukuran detak jantung dan suhu tubuh manusia bersifat IoT yang di monitoring melalui aplikasi blynk menggunakan *wifi tethering smartphone*. Hasil karakteristik sensor MAX30102 dengan pulse oximeter menghasilkan nilai kesalahan relatif 1,2 % dengan perbandingan rata – rata 78,9 dan 79,85 bpm. Sedangkan karakteristik MLX90614 menghasilkan nilai yang sangat dekat dengan relasi 0,1 % dengan perbandingan rata-rata 36,31 dan 36,345 derajat celcius. Hasil pengukuran detak jantung yang dilakukan dengan membandingkan prototipe pengukuran detak jantung dan pulse oximeter mempunyai akurasi 98,81%. Sedangkan pengukuran suhu tubuh menggunakan alat yang dibuat peneliti dengan thermometer menghasilkan akurasi 99,90%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dibuat dapat dibuat saran untuk penelitian selanjutnya agar bisa dikembangkan antara lain sebagai berikut :

- Membuat on off pada prototipe agar lebih mudah dalam pemakaian.

- Menambahkan komponen lainnya sebagai indikator ketidaknormalan pengukuran dan membuat alat lebih menarik.
- Membuat pengembangan perancangan dengan metode IoT via telegram.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, D. Pantjawati, A. B. Somantri, Y. 2016. *Rancang bangun pengukuran laju detak jantung berbasis PLC mikro*. ELINVO (Jurnal Elektron, Informatics, Vocat, Education). Volume 1 nomor 3.
- Cotta, A. 2016. *HC-05 bluetooth module interfaced with arduino*. Volume 5 nomor 4.
- Crabtree, Vincent Peter. 2003. *Non-invasive vascular assessment using photoplethysmography*. England : Loughborough University.
- Drs. H. Syaifudin. 2012. *Anatomi dan Fisiologi untuk Keperawatan dan Kebidanan edisi 4*. Jakarta : EGC
- Efendi, Y. 2018. *Internet of things (iot) sistem pengendalian lampu menggunakan raspberry pi berbasis mobile*. Kurnal ilmu komputer. Volume 4 nomor 2.
- Fatimah, S. 2016. *Pengaruh konsentrasi pelarut untuk menentukan paduan u-zr dengan menggunakan metode spektrofometri uv-vis*. Nomer 17, pp 22-23.
- Fadliandi, Isyanto, H., & Budiyanto. (2018). *Bypass diodes for improving solar panel performance*. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 8(5), 2703–2708. <https://doi.org/10.11591/ijece.v8i5.pp.2703-2708>
- Fridely, P. V. (2017). *Pentingnya Melakukan Pengukuran Suhu pada Bayi Baru Lahir untuk Mengurangi Angka Kejadian Hipotermi*. *Jurnal Ilmiah Bidan*, 2(2), 9–12.
- Gusnedi, R. *Analisis nilai absorbansi dalam penentuan kadar flavonoid untuk berbagai jenis daun tanaman obat*. Volume 2.
- Guyton, A. 2007. *Buku ajar fisiologi kedokteran*. Jakarta : penerbit buku kedokteran
- Isyanto H dan Jaenudin I. 2017. *Monitoring dua parameter data medik pasien (suhu tubuh dan detak jantung) berbasis arduino nirkabel*. eLEKTUM. Volume 15 nomor 1.
- Junaidi N. S, Daruwati I, Febriani Y, Hatika R. G, Pengaraian U. P, dan Hulu R. 2018. *Keterkaitan fisika dalam pembelajaran sistem adaptasi tubuh manusia terhadap perubahan suhu the relation of physics learning in human body*. *Jurnal* volume 1 nomor 3.
- Karina, P. Thohari, A.H. batam P.N. 2018. *Perancangan alat pengukur detak jantung menggunakan pulse sensor berbasis raspberry*. Volume 2 nomor 2.

- Kosolapov. 2017. Arduino nano. 1-10 *Macam-macam alat ukur dan fungsinya*. [online]. Available : <http://rumusrumus.com/macam-macam-termometer/>
- Marindani, E.D dan Sanjaya, B.W. 2014. *Rancang bangun sistem peringatan dini dan pelacakan pada kendaraan sepeda motor dengan menggunakan mikrokontroler arduino nano*. pp 1-11.
- Muhajirin , Ashari, Sanga A. F. T. 2018. *Perancangan Sistem Pengukur Detak Jantung Menggunakan Arduino Dengan Tampilan Personal Computer*. Volume 8, Nomor 1.
- Pearce, Evelyn C. 2011. *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Philips, C. Liaqat D. Gabel M. Dan de Lara E. 2019. *Wrist02 – reable peripheral oxygen saturation readings from wrist-worn pulse oximeters*. pp. 1-15
- Purwanti, E. Arisgraha, F.C.S. Pujiyanto, P. dan Bustomi, M.A. 2013. *Desain sistem klarifikasi kelainan jantung menggunakan learning vektor quantization*. J. Fis dan Apl. Volume 9 nomor 2.
- Rachmat, H.H, dan Ambaransari D.R. 2018. *Sistem perekam detak jantung berbasis pulse heart rate sensor pada jari tangan*. Volume 6 nomor 3.
- Reflectance-based organic pulse meter sensor for wireless monitoring of photoplethysmogram signal.
- Suherman, Andriyanto, I., & Dwiyatno, S. (2015). *Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur Suhu Perangkat Server Menggunakan Sensor Lm35 Berbasis Sms Gateway*. Jurnal PROSISKO Vol. 2 No. 1 Maret 2015, 2(1), 42–63.
- Rozie, F. Hadary F, Nadi F.T.P.W.D. jumlah denyut nadi / jantung berbasis android. pp 1-10.
- Saputro M. A., widasari E. R., dan Fitriyah H. 2017. *Implementasi sistem monitoring detak jantung dan suhu tubuh manusia secara wireless. Pengembangan teknologi informasi dan ilmu komputer*. Volume 1 nomer 2.
- Satia Graha A. 2010. *Adaptasi suhu tubuh terhadap latihan dan efek cedera di cuaca panas dan dingin*. Jorpres. Volume 6 nomer 2.
- Sensor MAX30102. [online]. Avaiable: <http://www.ezgif.com/product/low-power-max30102-heart-rate-oxygen-pulse-breakout-sensor-module-for-arduino/>
- Setiadi, D dan Muhaemin M. N. A. 2018. *Penerapan internet of things (iot) pada sistem monitoring irigasi (smart irigasi)*. Jurnal infotronik. Volume 3 nomor 2.

- Suparno, Paul. 2009. *Pengantar termofisika*. Yogyakarta: USD.
- Tamura, T., Maeda, Y., Sekine, M. & Yoshida, M., 2014. *Wearable Photoplethysmographic Sensors—Past and Present*. *Electronics*, pp. 282-302.
- Yudha, Magenda Bisma. (2017). *Gambaran Faktor Risiko Hipertensi pada Mahasiswa Fkultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Angkatan 2013 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. Karya Tulis Ilmiah Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Yessianto , I. Setiawidayat, Effendy, S.D.U. 2018. *Perancangan Alat Monitoring Sinyal Jantung Menggunakan Arduino*. Universitas Widya Gama Malang.
- Yulia. 2004. *Studi dan ujicoba teknologi bluetooth sebagai alternatif komunikasi datanirkabel*. *Jurnal informatika*. Volume 5 nomor 2. Universitas kristen petra
- Yuliani, A., Yunidar, & Away, Y. (2017). *Prototipe Sistem Monitoring Dan Peringatan Dini Kondisi Tubuh Manusia Berdasarkan Suhu Dan Denyut Nadi Berbasis Mikrokontroler 328p*, 2(4), 1–6.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

PROGRAM STUDI FISIKA

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. / Fax. (0341) 558933
Website : <http://fisika.uin-malang.ac.id>, e-mail : fis@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Deni Bako Tabriawan
NIM : 17640060
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi/ Fisika
Judul Skripsi : PROTOTYPE SISTEM MONITORING DETAK JANTUNG DAN SUHU TUBUH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUBAKAN NODEMCU ESP 8266
Pembimbing 1 : Muthmainnah, M.Si
Pembimbing 2 : Dr. Erna Hastuti, M.Si

• Konsultasi Fisika

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	4 Januari 2021	BAB I,II dan III	
2	16 Januari 2021	BAB I,II dan III	
3	20 Januari 2021	BAB I,II dan III	
4	24 Januari 2021	BAB I,II dan III ACC	
5	11 April 2022	BAB IV	
6	16 April 2022	BAB IV	
7	26 Mei 2022	BAB IV ACC	
8	28 Mei 2022	BAB I-V ACC	
9	23 Juni 2022	Konsultasi Semua BAB, Abstrak dan ACC	

• Konsultasi Integrasi

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	10 April 2022	Konsultasi Kajian Agama BAB I-III	
2	20 Mei 2022	Konsultasi Kajian Agama BAB I-III ACC	
3	25 Mei 2022	Konsultasi Kajian Agama BAB IV	
4	18 Juni 2022	Konsultasi Kajian Agama BAB IV ACC	
5	24 Juni 2022	Konsultasi Kajian Agama semua BAB ACC	



Malang, 23 Juni 2022
Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dr. Iqbal Tazi, M.Si

NIP. 19740730 200312 1 002