

SKRIPSI

**PERANCANGAN SISTEM DETEKSI KARAKTERISTIK DAN
KUALITAS SALIVA BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Disusun dan diajukan oleh:

**FAUZAN AZHIMA ALIMUDDIN
D041 18 1038**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PERANCANGAN SISTEM DETEKSI KARAKTERISTIK DAN
KUALITAS SALIVA BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Disusun dan diajukan oleh:

FAUZAN AZHIMA ALIMUDDIN

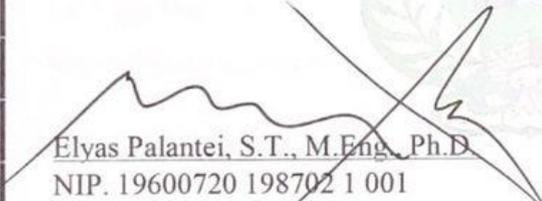
D041 18 1038

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada Tanggal 29 Juli 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

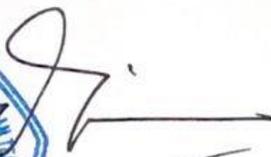
Pembimbing I,

Pembimbing II,


Elyas Palantei, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19600720 198702 1 001


Azran Budi Arief, S.T., M.T.
NIP. 19890201 201903 1 007

Ketua Program Studi,



Eng. Ir. Dewiani, M.T.,IPM.
NIP. 19691026 199412 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Fauzan Azhima Alimudin
NIM : D041181038
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

PERANCANGAN SISTEM DETEKSI KARAKTERISTIK DAN KUALITAS SALIVA BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitnya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklasifikasikan dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 6 Agustus 2024



Yang Menyatakan

Fauzan Azhima Alimuddin

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah 'Ala Kulli Hal adalah kalimat yang paling pantas mengawali skripsi ini, *Allahumma Sholli 'Ala Muhammad Wa 'Ala Ali Muhammad* tak lupa pula penulis panjatkan kepada manusia sempurna dari segala aspek baik dunia maupun Akhirat. *Radhitu Billahi Robba Wabil Islami Dina Wabi Muhammadin Nabiyya Warasula*.

Skripsi dengan judul Perancangan Sistem Deteksi Karakteristik dan Kualitas Saliva Berbasis *Internet of Things* (IoT) ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyusunannya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang tidak pernah membanjiri saya dengan pertanyaan “kapan lulus?” “kenapa belum selesai skripsimu?” walaupun penulis sangat paham bahwa rasa khawatir dari kedua orang tua pasti selalu ada.
2. Saudara-saudara penulis yang selalu memberikan jawaban terbaik untuk mengurangi rasa khawatir kedua orang tua penulis ketika memikirkan proses pengerjaan skripsi penulis.
3. Kepala Departemen Teknik Elektro **Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T.**
4. **Ir. Elyas Palantei, M.T., Ph.D** dan **Azran Budi Arief, S.T., M.T.** selaku pembimbing yang selalu memberikan masukan yang memudahkan penulis untuk menulis tugas akhir ini.
5. **Prof. Dr. Eng. Intan Sari Areni, S.T., M.T** dan **Ir. Samuel Panggalo, M.T.** selaku penguji yang memberikan kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki skripsi ini.
6. Saudara beda orang tua di angkatan CAL18RATOR yang telah kebersamai selama berproses di Teknik Elektro sekaligus membantah pernyataan “masa-masa paling indah adalah masa SMA”. Karena ternyata

masa-masa paling indah penulis adalah masa kuliah dan tentu itu semua berkat momen-momen bersama saudara di CAL18RATOR

7. Teman-teman pengurus BE HME FT-UH periode 2020/2021 yang rela menunda waktu KKN dan KP untuk mengabdikan bersama di rumah biru HME FT-UH. Segala dinamika yang telah dilalui semoga bisa memberikan kenangan yang indah dan tentu menjadi pengalaman yang baik untuk kedepannya.
8. Saudara penghuni grup Bocah Galau yang hampir setiap hari penulis temui, mereka menjadi saksi atas sifat malas, rajin, tekun, mager, konyol, aneh yang ada pada penulis.
9. Kakanda EXCITER16 yang selalu memberikan kritik dan saran dalam segala aspek untuk penulis secara pribadi.
10. Adinda PROCEZ20R yang telah sabar menghadapi penulis selama berproses di Teknik Elektro.
11. Teman-teman yang membantu untuk *fixing website*, kode Arduino dan lain-lain untuk menyelesaikan tugas akhir penulis.

Tanpa bantuan dan dukungan mereka, penyelesaian skripsi ini tidak akan terwujud. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima dengan tangan terbuka segala kritik, saran, dan masukan yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca yang hendak memperdalam pengetahuan tentang teknik elektro khususnya bidang biomedik. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat, hidayah, dan keberkahan kepada kita semua.

Gowa, 30 Mei 2024

Fauzan Azhima Alimuddin

ABSTRAK

FAUZAN AZHIMA ALIMUDDIN, Perancangan Sistem Deteksi Karakteristik dan Kualitas Saliva Berbasis *Internet of Things* (Dibimbing Oleh Elyas Palantei dan Azran Budi Arief)

Saliva adalah biofluid kompleks yang terdiri dari 95-99% air serta berbagai komponen organik dan anorganik yang berperan penting dalam kesehatan mulut dan sistemik. Komponen seperti elektrolit, protein, enzim, dan immunoglobulin membantu melawan paparan eksternal dan memodulasi kerusakan pada jaringan mulut. Aliran dan komposisi saliva yang optimal diperlukan untuk lubrikasi, perlindungan jaringan mulut, serta membantu dalam sensasi rasa dan pencernaan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem deteksi berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler WeMOS D1 Mini, yang fokus pada parameter pH dan viskositas saliva, untuk mendukung upaya pencegahan penyakit rongga mulut seperti gingivitis dan karies.

Metode yang digunakan mencakup perancangan software dan hardware sistem deteksi, serta pengujian parameter normal saliva. Sistem ini menggunakan sensor pH dan sensor viskositas yang dihubungkan dengan mikrokontroler WeMOS D1 Mini, dengan data yang diproses, disimpan dalam database, dan ditampilkan di website. Pengujian menunjukkan akurasi sensor mencapai 100% dengan tingkat kepercayaan 90%, dan parameter saliva sehat berkisar pada pH 7,011–7,602 dan viskositas 2,411–3,440. Dengan rata-rata delay pengiriman data 222,1 ms, sistem ini terbukti akurat dan real-time dalam mendeteksi kualitas saliva, memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan alat diagnostik kesehatan mulut berbasis IoT.

Kata Kunci : Saliva, *Internet of Things* (IoT), Kesehatan Mulut.

ABSTRACT

FAUZAN AZHIMA ALIMUDDIN, Design of Saliva Characteristics and Quality Detection System Based on Internet of Things (Supervised by Elyas Palantei and Azran Budi Arief)

Saliva is a complex biofluid composed of 95-99% water along with various organic and inorganic components that play a crucial role in both oral and systemic health. Components such as electrolytes, proteins, enzymes, and immunoglobulins help combat external exposures and modulate damage to oral tissues. Optimal flow and composition of saliva are necessary for lubrication, protection of oral tissues, and aiding in taste sensation and digestion. This study aims to design and test an Internet of Things (IoT)-based detection system using the WeMOS D1 Mini microcontroller, focusing on the pH and viscosity of saliva to support efforts in preventing oral diseases such as gingivitis and caries.

The methods employed include the design of both software and hardware for the detection system, as well as testing the normal parameters of saliva. The system utilizes a pH sensor and a viscosity sensor connected to the WeMOS D1 Mini microcontroller, with data processed, stored in a database, and displayed on a website. Testing demonstrated the sensor's accuracy at 100% with a confidence level of 90%, with healthy saliva parameters ranging from pH 7.011–7.602 and viscosity 2.411–3.440. With an average data transmission delay of 222.1 ms, the system proved to be accurate and real-time in detecting saliva quality, providing a strong foundation for the development of IoT-based oral health diagnostic tools.

Keywords: Saliva, Internet of Things (IoT), Oral Health.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Perancangan.....	3
1.4 Manfaat Perancangan.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi literatur	5
2.2 Saliva.....	6
2.3 Biomarker Sensor.....	7
2.4 WeMOS D1 <i>Mini</i>	7
2.5 <i>Website</i>	8
2.6 <i>Software Arduino IDE (Integrated Development Enviromment)</i>	9
2.7 Wi-Fi	10
2.8 <i>Personal Home Page (PHP)</i>	10
2.9 <i>Hypertext Markup Language (HTML)</i>	11
2.10 <i>Cascading Style Sheet (CSS)</i>	12
2.11 <i>Potential Hydrogen (pH)</i>	12
2.12 Viskositas	14
2.12.1 <i>Viskometer Rotasi</i>	16
2.13 <i>Database</i>	18
2.14 <i>Structured Query Language (SQL)</i>	19
2.15 <i>PhpMyAdmin</i>	19
2.16 <i>Delay</i>	20

2.17	Kesehatan Manusia	20
2.18	INA219	21
2.19	Motor DC RF-300FA.....	22
2.20	Optocoupler Sensor (RPM Sensor <i>Module IR Based ITR9608-F</i>).....	23
2.21	Kalibrasi	25
2.22	Rongga Mulut	25
2.23	<i>Internet of Things (IoT)</i>	27
BAB III METODE PERANCANGAN.....		29
3.1	Waktu dan Lokasi Penelitian	29
3.2	Variabel Perancangan	29
3.2.1	<i>Perancangan Sistem</i>	29
3.2.1.1	Blok Diagram Sistem Kerja Alat	29
3.2.1.2	Diagram Alir Perancangan Alat.....	31
3.2.1.3	Blok Diagram Perancangan Website	33
3.2.2	<i>Wiring Alat</i>	34
3.2.3	<i>Arsitektur Internet of Things (IoT)</i>	35
3.3	Bahan Uji dan Alat atau Populasi, Sampel, dan Instrumen	36
3.3.1	<i>Alat dan bahan</i>	36
3.3.2	<i>Sampel</i>	41
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	41
3.4.1	<i>Metode Pengujian Fisik</i>	41
3.4.2	<i>Metode Pengambilan dan Pengukuran Data</i>	41
3.5	Teknik Analisis	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Pengujian <i>Hardware</i>	44
4.1.1	<i>Kalibrasi Sensor</i>	44
4.1.2	<i>Pengujian Kemampuan Sensor Viskositas</i>	46
4.1.3	<i>Penentuan Parameter Normal Saliva</i>	48
4.1.4	<i>Perbandingan Akurasi Sistem Deteksi</i>	50
4.1.5	<i>Pengujian Delay Pengiriman Data Sensor ke Website</i>	52
4.2	Pengujian <i>Software</i>	53
4.2.1	<i>Pengujian Interface Website</i>	53
4.2.1.1	<i>Pengujian Interface Halaman Awal Website</i>	53
4.2.1.2	<i>Pengujian Interface Halaman Utama Website</i>	54
4.2.1.3	<i>Pengujian Interface Halaman Hasil Website</i>	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		65

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Standar Delay Menurut TIPHON.....	20
Tabel 2 Rentang tahun kelompok usia manusia.....	21
Tabel 3 Spesifikasi WeMOS D1 <i>mini</i>	36
Tabel 4 Spesifikasi Motor DC RF 300FA.....	36
Tabel 5 Spesifikasi DFRobot Analog pH sensor	37
Tabel 6 Spesifikasi optocoupler sensor.....	37
Tabel 7 Spesifikasi filamen PLA	37
Tabel 8 Spesifikasi kabel USB <i>type</i> micro.....	38
Tabel 9 Spesifikasi adaptor 12v	38
Tabel 10 Spesifikasi pipet tetes.....	38
Tabel 11 Spesifikasi female header.....	39
Tabel 12 Spesifikasi KF301 2 pin.....	39
Tabel 13 Spesifikasi jack DC <i>female</i>	39
Tabel 14 Spesifikasi kabel AWG22 <i>dual core</i>	39
Tabel 15 Spesifikasi saliva <i>container</i>	40
Tabel 16 Spesifikasi CJMCU-219 INA 219	40
Tabel 17 Spesifikasi PCB lubang.....	40
Tabel 18 Hasil kalibrasi sensor pH	44
Tabel 19 Hasil kalibrasi pembacaan RPM	45
Tabel 20 Hasil kalibrasi pembacaan sensor INA219	45
Tabel 21 Hasil pengujian kemampuan sensor viskositas	46
Tabel 22 Hasil pengambilan sampel	49
Tabel 23 Hasil pengambilan sampel	50
Tabel 24 Delay pengiriman data sampel ke website	52
Tabel 25 Hasil pengujian <i>interface</i> halaman awal <i>website</i>	53
Tabel 26 Hasil pengujian <i>interface</i> halaman utama <i>website</i>	54
Tabel 27 Hasil pengujian <i>interface</i> halaman hasil <i>website</i>	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 pin Wemos D1 mini	8
Gambar 2 Tampilan aplikasi Arduino IDE	9
Gambar 3 Skala pH	13
Gambar 4 DFRobot Analog pH Sensor	14
Gambar 5 Aliran viskos	15
Gambar 6 Viskometer rotasi	16
Gambar 7 Skematik INA219.....	22
Gambar 8 Konfigurasi pin INA219.....	22
Gambar 9 Motor DC RF 300FA	23
Gambar 10 RPM Sensor Optocoupler Module IR Based ITR9608-F	24
Gambar 11 Kondisi gigi karies	26
Gambar 12 Kondisi gigi gingivitis atau <i>periodontal</i>	27
Gambar 13 Blok diagram	29
Gambar 14 Diagram alir perancangan alat.....	31
Gambar 15 Blok diagram perancangan website.....	33
Gambar 16 <i>Wiring</i> alat.....	34
Gambar 17 Arsitektur <i>internet of things</i>	35
Gambar 18 Grafik sebar pengaruh viskositas terhadap RPM	47
Gambar 19 Grafik sebar pengaruh viskositas terhadap arus.....	48
Gambar 20 Tampilan halaman awal <i>website</i>	54
Gambar 21 Tampilan halaman utama <i>website</i>	55
Gambar 22 Tampilan halaman hasil viskositas dan pH normal.....	56
Gambar 23 Tampilan halaman hasil viskositas normal dan pH tidak normal	56
Gambar 24 Tampilan halaman hasil viskositas tidak normal dan pH normal	57
Gambar 25 Tampilan halaman hasil viskositas dan pH tidak normal.....	57

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
<i>IoT</i>	Internet of Things
<i>PoC</i>	Point of Care
<i>pH</i>	Potential Hydrogen
<i>HTML</i>	Hypertext Markup Language
<i>CSS</i>	Cascading Style Sheet
<i>PHP</i>	Hypertext Preprocessor
<i>WiFi</i>	Wireless Fidelity
<i>IDE</i>	Integrated Development Environment
<i>REST API</i>	Representational State Transfer Application Program Interface
<i>LAN</i>	Local Area Network
<i>JSON</i>	JavaScript Object Notation
<i>DBMS</i>	Database Management System
<i>SQL</i>	Structured Query Language
<i>ITU-T</i>	International Telecommunication Union - Telecommunication
<i>TIPHON</i>	Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks
<i>WHO</i>	World Health Organization
<i>DepKes</i>	Departemen Kesehatan
<i>SCL</i>	Serial Clock Line
<i>SDA</i>	Serial Data Line
<i>DC</i>	Direct Current
<i>RPM</i>	Rotation per Minute
<i>LED</i>	Light Emitting Diode
<i>DIP</i>	Dual In-line Package
<i>IR</i>	Infra Red

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
<i>MB</i>	Mega Byte
σ	Tegangan Geser
γ	Kesepatan Geser
<i>F</i>	Gaya
<i>A</i>	Luas
<i>h</i>	Tinggi
η	Viskositas
<i>m</i>	meter
<i>N</i>	Newton
<i>R_D</i>	Jari-jari Dalam
<i>R_L</i>	Jari-jari Luar
<i>T</i>	Torsi
π	Phi
<i>r</i>	Jarak Fluida dari Silinder Pusat
<i>F</i>	Kecepatan Rotasi Silinder Dalam Dengan beban
<i>F₀</i>	Kecepatan Rotasi Silinter Dalam Tanpa Bebas
<i>V</i>	Voltage
<i>I</i>	Arus
<i>A</i>	Ampere
<i>cP</i>	centipoise
<i>mPa.s</i>	millipascal Secon
<i>Hz</i>	Hertz
<i>Z</i>	Tingkat Kepercayaan
<i>ms</i>	milisecon
<i>CMC</i>	Carboxy Methyl Cellulose
<i>HIV</i>	Human Immunodeficiency Virus
<i>M2M</i>	Machine to Machine

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Permohonan Izin Pengambilan Data.....	65
Lampiran 2 Surat Izin Dari Pemerintah Provinsi Terkait Perizinan Pengambilan Data	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saliva merupakan cairan kompleks di dalam rongga mulut yang tersusun dari 95-99% berupa air dan sisanya berupa bahan organik dan anorganik, seperti *elektroit*, protein, enzim, *immunoglobulin*, faktor *antimikroba*, *glikoprotein mukosa*, *albumin*, *glukosa*, senyawa nitrogen seperti *amonia* serta *oligopeptide*. Semua unsur yang terkandung dalam saliva memiliki peranan penting dalam kesehatan rongga mulut dan kesehatan sistemik tubuh (Sutanti, V., Prasetyaningrum, N., & Fuadiyah, D. 2021).

Saliva merupakan salah satu cermin kesehatan tubuh manusia terutama kesehatan di rongga mulut manusia, oleh karena saliva memiliki berbagai macam komponen yang dapat menjadi garis pertahanan terdepan dalam melawan berbagai macam paparan dari luar tubuh serta dapat mengendalikan dan memodulasi kerusakan yang terjadi di rongga mulut. Aliran dan komposisi saliva yang kuat diakui sangat penting untuk *lubrikasi* dan perlindungan jaringan di dalam rongga mulut, baik jaringan lunak maupun jaringan keras. Selain itu, saliva juga berperan penting pada terjadinya sensasi rasa dan membantu proses pencernaan makanan dengan keberadaan beberapa enzim pencernaan di dalamnya (Sutanti, V., Prasetyaningrum, N., & Fuadiyah, D. 2021).

Sekarang diketahui bahwa biomarker saliva dapat dimanfaatkan untuk diagnosis dini beberapa penyakit mulut dan sistemis. Saliva dianggap sebagai alat diagnostik yang potensial dengan pertimbangan kemudahan penggunaan dan aksesibilitasnya yang noninvasif bersama dengan banyaknya biomarker, seperti materi genetik dan protein-protein di dalamnya. Beberapa kemajuan terbaru dalam biomarker saliva untuk mendiagnosis penyakit autoimun (*sindrom sjorgen*, *cystic fibrosis*), penyakit *kardiovaskular*, diabetes, HIV, kanker mulut, karies, dan penyakit *periodontal* telah banyak dibahas (Sutanti, V., Prasetyaningrum, N., & Fuadiyah, D. 2021).

Dalam kesimpulan penelitian yang dilakukan oleh Baliga, S et al (2013) terdapat hubungan yang signifikan antara pH saliva dengan tingkat keparahan penyakit *periodontal*. pH saliva menunjukkan perubahan yang signifikan tergantung pada tingkat keparahan kondisi *periodontal*. Keterkaitan pH dan penyakit mulut lainnya juga didukung dengan kesimpulan penelitian yang dilakukan Nabi, T., & Singh, S. (2019) sifat-sifat fisiko-kimia saliva, seperti pH, kapasitas *buffer*, kalsium, fosfor, dan aktivasi *amilase* memiliki hubungan yang pasti dengan aktivitas karies. Lebih spesifik, pH, kapasitas *buffer* kalsium, dan fosfor mengalami perubahan nilai seiring dengan penyakit karies.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Ueno, M et al (2014) menyimpulkan bahwa viskositas saliva dapat menjadi faktor risiko potensial untuk *oral malodor*. Hal ini menunjukkan bahwa evaluasi viskositas saliva dapat menjadi indikator yang bermanfaat untuk memprediksi keberadaan *oral malodor*. Hal yang sama juga disimpulkan oleh Eltze, L et al (2020) dalam penelitiannya, bahwa viskositas saliva adalah parameter yang baik jika dipertimbangkan dalam perancangan alat untuk diagnostik pengujian kondisi kesehatan tubuh khususnya pada kesehatan mulut yang cepat.

Maka peneliti merasa perlu merancang sensor untuk mendeteksi karakteristik dan kualitas saliva melihat peran saliva sebagai cermin untuk melihat kondisi kesehatan khususnya pada kesehatan rongga mulut. Indikator yang digunakan adalah pH dan viskositas saliva sesuai dengan penelitian-penelitian yang berkembang bahwa terdapat pengaruh perubahan pH dan viskositas saliva terhadap kondisi kesehatan manusia khususnya kesehatan rongga mulut. Perancangan sensor ini diintegrasikan dengan *Internet of Things* (IoT).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana merancang *software* dan *hardware* sistem deteksi karakteristik dan kualitas saliva berbasis *internet of things* (IoT)?
2. Bagaimana menguji sistem deteksi karakteristik saliva?
3. Bagaimana menampilkan hasil deteksi menggunakan *website*?

1.3 Tujuan Perancangan

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian yaitu :

1. Merancang *software* dan *hardware* sistem deteksi karakteristik dan kualitas saliva berbasis *internet of things* (IoT).
2. Menguji kemampuan sistem deteksi dengan mengukur pengaruh RPM dan arus terhadap viskositas, menentukan parameter normal saliva, dan menguji akurasi sistem deteksi.
3. Menampilkan hasil deteksi menggunakan *website* dan menghitung *delay* pengiriman data ke *website*.

1.4 Manfaat Perancangan

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Hadirnya sistem deteksi karakteristik dan kualitas saliva ini diharapkan mampu untuk menjadi awal mula penelitian alat pendeteksi lainnya yang menggunakan saliva sebagai indikator.
2. Penelitian ini sebagai bentuk upaya pencegahan awal beberapa penyakit rongga mulut khususnya penyakit gingivitis dan karies.
3. Pengujian sistem deteksi ini juga dapat menjadi bahan evaluasi ketika terdapat kekurangan agar dapat lebih dikembangkan kedepannya.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun batasan-batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Karakteristik saliva meliputi pH dan viskositas.
2. Monitor hasil deteksi sensor untuk mendeteksi karakteristik dan kualitas saliva berbasis *internet of things* (IoT) menggunakan *website*.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan C/C++, HTML, CSS, PHP dan SQL.
4. Penelitian ini menggunakan *mikrokontroler WeMOS D1 Mini*.
5. *Website* menggunakan *localhost* PHPMYAdmin.
6. Semua sampel yang digunakan berasal dari pihak Rumah Sakit Khusus Daerah Gigi dan Mulut Prov. Sulawesi Selatan.

7. Sampel yang digunakan berjenis kelamin laki-laki dengan kelompok usia 17 – 25 tahun.
8. Metode sensor viskositas menggunakan metode RPM.
9. pH sensor menggunakan pH Analog DFRobot.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi literatur

Penelitian mengenai pengaruh viskositas saliva dan pH saliva terhadap kesehatan rongga mulut telah menjadi fokus utama dalam upaya memahami faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya karies gigi. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Purnasari (2014), ditemukan perbedaan signifikan dalam viskositas saliva antara indeks karies rendah dan tinggi. Hasil ini menyoroti pentingnya karakteristik saliva dalam menjaga keseimbangan rongga mulut. Selanjutnya, Retnoningrum (2012) menyoroti peran viskositas saliva dan buffer saliva sebagai faktor pencetus karies. Meskipun viskositas saliva terbukti memiliki pengaruh signifikan, tidak ditemukan pengaruh serupa dari buffer saliva, menunjukkan bahwa faktor-faktor lain juga berkontribusi pada pembentukan karies. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan *holistik* dalam pencegahan karies gigi, yang mempertimbangkan berbagai aspek kesehatan rongga mulut secara komprehensif.

Penelitian-penelitian ini memberikan landasan yang kuat untuk memahami kompleksitas faktor-faktor yang terlibat dalam kesehatan rongga mulut, dari karakteristik saliva hingga status gizi dan faktor-faktor lainnya. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang hubungan ini, diharapkan upaya pencegahan dan pengelolaan karies gigi dapat menjadi lebih efektif dan holistik, mencakup aspek-aspek yang lebih luas dari kesehatan rongga mulut secara keseluruhan.

Dalam konteks pengembangan alat atau strategi pencegahan karies gigi, pemilihan viskositas dan pH saliva sebagai indikator merupakan langkah yang penting dan relevan. Karakteristik ini mencerminkan kondisi lingkungan rongga mulut yang dapat memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme, pembentukan plak, dan proses demineralisasi gigi. Dengan memantau perubahan viskositas dan pH saliva, baik secara mandiri maupun bersama-sama, dapat memberikan petunjuk tentang kondisi kesehatan rongga mulut seseorang. Misalnya, peningkatan viskositas saliva dapat menjadi indikasi adanya gangguan keseimbangan dalam proses pencernaan makanan atau potensi risiko karies gigi yang lebih tinggi.

Sementara itu, perubahan pH saliva dapat mengungkapkan tingkat asam dalam rongga mulut yang memengaruhi proses demineralisasi enamel gigi. Dengan memahami dan memantau secara aktif karakteristik ini, dapat dikembangkan alat-alat atau metode yang dapat membantu dalam pencegahan dan pengelolaan karies gigi secara lebih efektif dan tepat waktu. Integrasi viskositas dan pH saliva sebagai indikator dalam alat pencegahan atau pengelolaan karies gigi dapat menjadi langkah menuju pendekatan yang lebih holistik dan personal dalam perawatan kesehatan gigi (Sutanti, V., Prasetyaningrum, N., & Fuadiyah, D. 2021).

2.2 Saliva

Saliva merupakan cairan tubuh yang diekskresikan oleh kelenjar saliva mayor (*parotis*, *submandibularis* dan *sublingual*) dan kelenjar saliva minor (*glandula bukalis*, *glandula palatinalis*, *glandula lingualis*, *glandula labialis* dan *lain sebagainya*). Saliva dilengkapi dengan beberapa bagian yang penting yang berasal dari serum darah, dari sel *mukosa* dan antibodi tubuh utuh atau yang dihancurkan dari mikroorganisme yang menghasilkan campuran berbagai molekul kompleks (Multazam, 2013).

Saliva dihasilkan di dalam kelenjar ludah oleh sel-sel *asinus*, dikumpulkan dalam saluran kecil, dan kemudian dilepaskan ke dalam rongga mulut. Ada tiga kelenjar penghasil saliva mayor dan minor yang terletak di dalam dan sekitar mulut dan tenggorokan. Setiap kelenjar dipersarafi secara otonom, tunduk pada *stimulasi parasimpatis* dan *simpatis*, dan dianggap sebagai fungsi *eksokrin*. Tiga kelenjar utama, kelenjar *parotid*, *submandibular*, dan *sublingual*, menyumbang 90% dari total air liur, sedangkan kelenjar minor, kelenjar *labial*, *bukal*, *lingual*, dan *palatal*, memasok sisanya (Yoshizawa, 2013).

Saliva adalah sekresi *eksokrin* terdiri dari sekitar 99% air, mengandung berbagai elektrolit (*natrium*, *kalium*, *kalsium*, *klorida*, *magnesium*, *bikarbonat*, *fosfat*) dan protein, diwakili oleh enzim, *imunoglobulin* dan faktor antimikroba lainnya, *glikoprotein mukosa*, jejak *albumin* dan beberapa *polipeptida* dan *oligopeptida* yang penting bagi kesehatan mulut. Ada juga produk glukosa dan nitrogen, seperti urea dan amonia. Komponen berinteraksi dan bertanggung jawab atas berbagai fungsi yang dikaitkan dengan air liur. Saliva total atau keseluruhan

mengacu pada campuran kompleks cairan dari kelenjar ludah, lipatan *gingiva*, *transudat mukosa* mulut, selain lendir rongga hidung dan faring, bakteri mulut yang tidak patuh, sisa makanan, *epitel deskuamasi* dan sel darah, serta jejak obat-obatan atau produk kimia (de Almeida, Grégio, Machado, de Lima, & Azevedo, 2020).

2.3 Biomarker Sensor

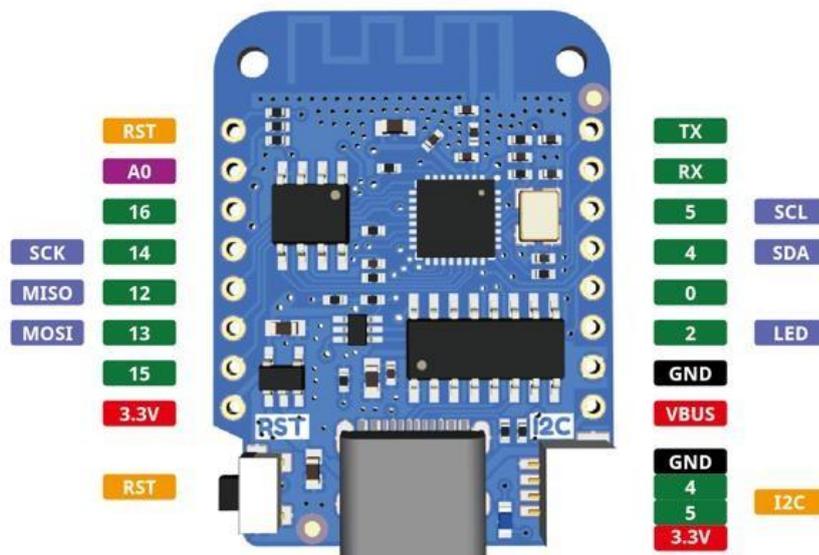
Pengikatan spesifik adalah prinsip di balik berbagai teknik deteksi biomarker yang memungkinkan kita menangkap target spesifik dari seleksi alam. Salah satu teknologi deteksi biomarker yang paling banyak digunakan, sensor biomarker berbasis elektrokimia digunakan di berbagai area deteksi, termasuk keamanan pangan, perlindungan lingkungan, dan bahkan eksplorasi ruang angkasa. Berdasarkan beberapa metode pendeteksian, sensor biomarker berbasis elektrokimia dapat diklasifikasikan sebagai *voltametri-linier* menyapu, pulsa diferensial, gelombang persegi, *stripping* dan *amperometri*, dan sebagainya. Terlepas dari klasifikasinya, sebagian besar sensor berbasis label ini bekerja sebagai berikut: (1) antibodi sekunder (Ab2) dihiasi dengan label elektroaktif, seperti bahan biokimia dan nanopartikel bahan 2D baru; (2) Ab2 terikat pada analit melalui perantara Ab1 dan kemudian diimobilisasi ke permukaan elektroda dengan pengikatan spesifik; dan (3) konsentrasi analit diperoleh dengan mengukur arus pada elektroda (Liu, Ye, & Cui, 2020).

2.4 WeMOS D1 Mini

WeMOS D1 *Mini* adalah sebuah modul Wi-Fi berbasis ESP8266. Pada WeMOS D1 *Mini* dilengkapi *chip on board* yang di mana tidak memerlukan lagi mikrokontroler untuk pemrosesan data. WeMOS D1 *Mini* juga memiliki pin digital dan pin analog yang di mana dapat terhubung dengan sensor ataupun aktuator (Khalif, M. I., Syauqy, D., & Maulana, R. 2018). Mikrokontroler WeMOS D1 *Mini* memiliki 2 *chipset* yang digunakan sebagai otak kerja platform yaitu *chipset* ESP8266 dan *chipset* CH340. WeMOS D1 *Mini* merupakan modul *development board* Wi-Fi ESP8266 yang dapat diprogramkan menggunakan Arduino IDE.

Kelebihan WeMOS *D1 Mini* dibandingkan dengan ESP8266 adalah adanya berbagai dukungan *shield wemos* (Anwar, S., & Abdurrohman, A. 2020).

Keunggulan lainnya dari WeMOS *D1 Mini* adalah dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan sintaks program *library* yang banyak terdapat di internet dan pin *out* yang *compatible* dengan Arduino Uno sehingga mudah menghubungkan dengan Arduino *shield* lain serta mempunyai memori yang sangat besar yaitu 4MB. WeMOS *D1 Mini* juga sesuai dengan beberapa Bahasa pemrograman lainnya seperti Bahasa *Python* dan *Lua* sehingga memudahkan untuk mengupload program ke dalam WeMOS. Bentuk *board* yang kecil dan harga yang ekonomis membuat banyak pengembang semakin dipermudah untuk menerapkan perangkat atau proyek IoT ke dalam WeMOS yang akan dikontrol ataupun dimonitor (Abrianto, H. H., Sari, K., & Irmayani, I. 2021).



Gambar 1 pin Wemos D1 mini
(sumber : https://www.wemos.cc/en/latest/D1/D1_mini.html)

2.5 Website

Website adalah sekumpulan dokumen yang berada pada server dan dapat dilihat oleh user melalui *browser*. Dokumen itu bisa terdiri dari beberapa halaman. Tiap-tiap halamannya memberikan informasi atau interaksi yang beraneka ragam. Informasi dan interaksi itu bisa berupa tulisan, gambar atau bahkan dapat

ditampilkan dalam bentuk video, animasi, suara dan lain-lain (Doni dan Rahman, 2020).

Website adalah *software* yang berfungsi untuk menampilkan dokumen pada suatu web yang membuat pengguna dapat mengakses *internet* melalui *software* yang terkoneksi dengan *internet* (Hendi, I.N., 2020).

2.6 Software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Arduino memakai *software processing* untuk diaplikasikan dalam menulis program ke dalam Arduino *processing* ini sendiri merupakan penggabungan antara Bahasa C++ dan Bahasa *java*. *Software* Arduino dapat diinstall berbagai *operation system* (OS) baik *linux*, *windows* ataupun *mac OS*. *Software* Arduino yang biasa digunakan adalah *software* Arduino IDE (Prihatmoko, C.R, 2021).



Gambar 2 Tampilan aplikasi Arduino IDE
(sumber: gambar sendiri)

Arduino IDE adalah *software* canggih yang bisa diprogramkan menggunakan Bahasa *Java*. Arduino IDE terdiri dari :

1. Editor program adalah jendela yang memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengedit program dalam Bahasa *processing*.

2. *Compiler* adalah fitur untuk mengubah kode program menjadi kode biner. *Compiler* tetap perlu dilakukan dalam hal ini karena sebuah mikrokontroler tidak bisa membaca bahasa *processing*.
3. *Uploader* adalah fitur untuk membuat kode biner dari komputer yang diteruskan ke memori pada *board* mikrokontroler (Prihatmoko, C.R, 2021).

2.7 Wi-Fi

Hotspot (Wi-Fi) adalah satu standar *Wireless Networking* tanpa kabel, hanya dengan komponen yang sesuai dapat terkoneksi ke jaringan. Wi-Fi merupakan singkatan dari *Wireless Fidelity* yaitu sebuah media penghantar komunikasi data tanpa kabel yang bisa digunakan untuk menerima atau mentransfer program dan data dengan kemampuan yang sangat cepat. Wi-Fi juga dapat diartikan teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data dengan menggunakan gelombang radio (nirkabel) melalui sebuah jaringan komputer, termasuk koneksi *internet* berkecepatan tinggi (Karim, R. dkk, 2016).

Istilah Wi-Fi banyak dikenal oleh masyarakat sebagai media untuk *internet* saja, namun sebenarnya bisa juga difungsikan sebagai jaringan tanpa kabel (nirkabel) seperti di perusahaan-perusahaan besar dan juga di *warnet*. Jaringan nirkabel tersebut biasa diistilahkan dengan LAN (*Local Area Network*). Sehingga antara komputer di lokasi satu bisa berhubungan satu sama lain dengan komputer lain yang letaknya berbeda. Sedangkan untuk penggunaan *internet*, Wi-Fi memerlukan sebuah titik akses yang biasa disebut dengan *hotspot* untuk menghubungkan dan mengontrol antara pengguna Wi-Fi dengan jaringan *internet* pusat. Sebuah *hotspot* umumnya dilengkapi dengan *password* yang bisa meminimalisasi siapa saja yang bisa menggunakan fasilitas tersebut. Ini sering digunakan oleh pengguna rumahan, restoran, swalayan, café dan hotel (Karim, R. dkk, 2016).

2.8 Personal Home Page (PHP)

PHP adalah pemrograman *interpreter* yaitu proses penerjemahan baris kode sumber menjadi kode mesin yang dimengerti komputer secara langsung pada saat baris

kode dijalankan. PHP disebut sebagai pemrograman *Server Side Programming*, hal ini dikarenakan seluruh prosesnya dijalankan pada server tidak dijalankan pada *client*. PHP merupakan suatu bahasa dengan hak cipta terbuka atau yang juga dikenal dengan istilah *Open Source*, yaitu pengguna dapat mengembangkan kode fungsi PHP dengan kebutuhannya (Hidayat, H., Hartono, H., & Sukiman, S. 2017). PHP adalah singkatan dari *Personal Home Page* yang merupakan bahasa standar yang digunakan dalam dunia *website*. PHP adalah bahasa pemrograman yang berbentuk *script* yang diletakkan di dalam *web server*. PHP dapat diartikan sebagai *Hypertext Preprocessor*. Ini merupakan bahasa yang hanya dapat berjalan pada server yang hasilnya dapat ditampilkan pada klien. *Interpreter* PHP dalam mengeksekusi kode PHP pada sisi server disebut *server side*, berbeda dengan mesin maya Java yang mengeksekusi program pada sisi klien (Arafat, M. 2017). Beberapa kelebihan PHP dibandingkan bahasa pemrograman *web* lainnya, antara lain:

1. Bahasa pemrograman PHP adalah sebuah bahasa *script* yang tidak melakukan sebuah kompilasi dalam penggunaannya.
2. Banyak *web server* yang mendukung PHP. Mulai dari *Apache*, *IIS*, *Lighttpd*, hingga *Xitami* dengan konfigurasi yang relatif mudah. Ada juga paket *web server* yang memudahkan Anda melakukan instalasi sekali klik, seperti *XAMPP* yang tersedia untuk berbagai sistem operasi.
3. PHP lebih mudah dalam sisi pengembangan karena banyaknya *mailing list*, *group facebook*, dan *developer* yang siap membantu dalam pengembangan.
4. Dalam sisi pemahaman, PHP adalah bahasa *scripting* yang paling mudah dipahami karena memiliki referensi yang banyak.
5. PHP adalah bahasa pemrograman *open source* yang dapat digunakan di berbagai mesin (*Linux*, *Unix*, *Macintosh*, *Windows*) dan dapat dijalankan secara *runtime console*, serta dapat menjalankan perintah-perintah (Tim, E. M. S. 2016).

2.9 Hypertext Markup Language (HTML)

HTML merupakan bahasa pemrograman yang digunakan untuk menampilkan dokumen pada *browser* dalam sebuah *web*. HTML bertujuan untuk

mendefinisikan struktur dokumen *web* dan tata letak tampilan. HTML menggunakan beragam *tag* dan atribut. Sebuah dokumen HTML ditandai dengan *tag* awal <HTML> dan diakhiri dengan </HTML> (Jayanti, S & Iriani, S, 2014).

HTML adalah bahasa yang digunakan pada dokumen *web* sebagai bahasa untuk pertukaran dokumen *web*. Struktur dokumen HTML terdiri dari *tag* pembuka dan *tag* penutup. HTML versi 1.0 dibangun oleh W3C, dan terus mengalami perkembangan. Sampai saat ini HTML terakhir adalah versi 5.0 (Hidayat, H., Hartono, H., & Sukiman, S. 2017).

2.10 Cascading Style Sheet (CSS)

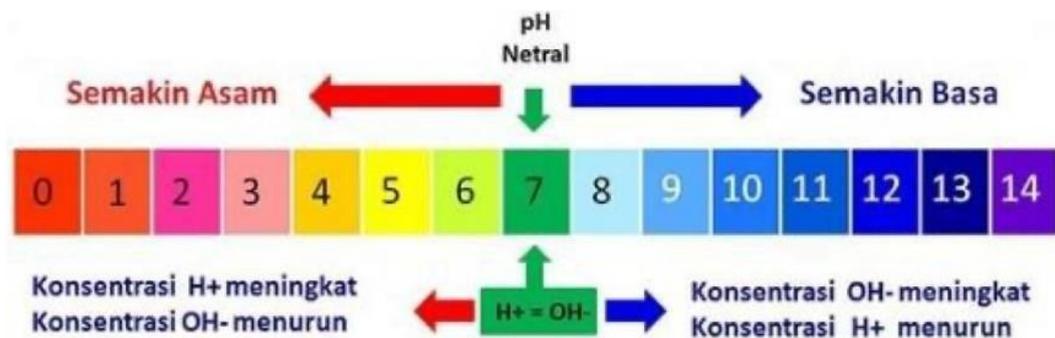
CSS adalah sebuah fitur yang diperkenalkan sejak HTML versi 4 dan berfungsi untuk menangani tampilan pada HTML seperti jenis, ukuran dan warna *font*, posisi teks, batas tulisan atau margin, warna *background* dan sebagainya. Penting dan yang perlu diperhatikan adalah cara meletakkan CSS dan juga bahasa berbasis *web* lain untuk memudahkan manajemen *file*, *editing* dan *maintenance* (Hasan, S & Muhammad, N, 2022).

CSS memiliki arti gaya menata halaman bertingkat, yang berarti setiap satu elemen yang telah diformat dan memiliki anak dan telah diformat, maka anak dari elemen tersebut secara otomatis mengikuti format elemen induknya (Hidayat, H., Hartono, H., & Sukiman, S. 2017).

2.11 Potential Hydrogen (pH)

pH merupakan suatu parameter yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu cairan atau larutan. Kadar pH diukur pada skala 0 sampai 14. Itilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambing kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen. Jika konsentrasi H^+ lebih besar daripada OH^- , maka larutan tersebut bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi OH^- lebih besar daripada H^+ , maka larutan tersebut bersifat basa, yaitu

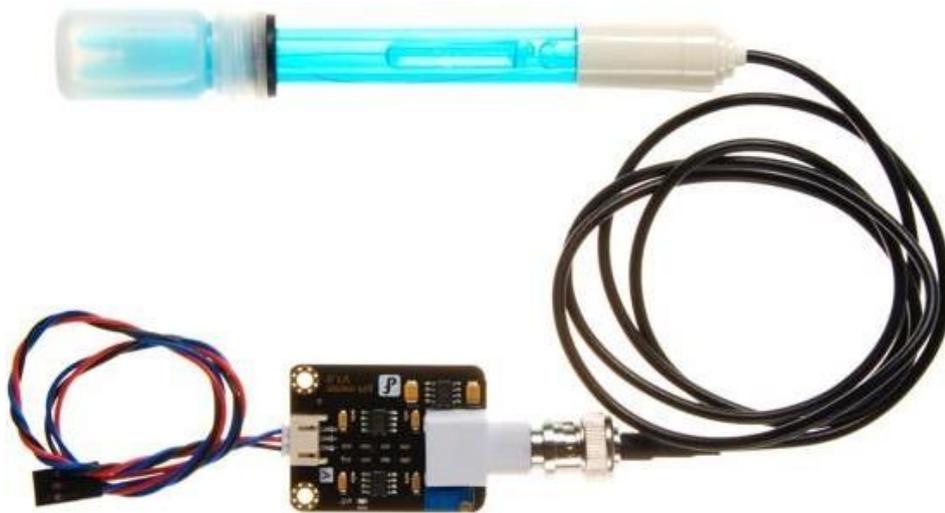
nilai pH lebih dari 7 (Anief Rufiyanto dkk, 2020). Nilai pH akan menjadi netral apabila nilai $\text{OH}^- = \text{H}^+$ yang selengkapnya bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Skala pH
(sumber : Anief Rufiyanto dkk, 2020)

Dalam bidang kesehatan skala pH dapat menggambarkan secara tepat konsentrasi dari ion Hidrogen yang ada pada tubuh. Konsentrasi Hidrogen sangat mempengaruhi proses metabolisme yang berlangsung dalam tubuh karena hampir semua aktivitas enzim dalam tubuh dipengaruhi oleh konsentrasi ion Hidrogen dalam tubuh. Tidak mengherankan pengaturan konsentrasi ion Hidrogen ini sangat penting dalam kehidupan organisme. Pengaturan konsentrasi ion Hidrogen dalam beberapa hal sama dengan pengaturan ion-ion lain dalam tubuh, di mana untuk mencapai *homeostatis* harus ada keseimbangan antara asupan atau produksi ion Hidrogen dan pembuangan kelainan pada ion hidrogen dari tubuh. Berhubung dengan keseimbangan asam basa tersebut terdapat 2 kelainan ion hidrogen dalam tubuh yang dapat menyebabkan satu di antara dua kelainan utama dalam keseimbangan asam basa, yaitu tubuh mengandung terlalu banyak asam (*asidosis*) dan mengandung terlalu banyak basa (*alkaliosis*). Baik *asidosis* ataupun *alkalidosis* dalam membahayakan nyawa manusia, seperti gagal ginjal, gangguan irama jantung, dll (Hanifah Rahmi Fajrin dkk, 2020).

Sensor pH yang digunakan adalah DFRobot Analog pH Sensor. Sensor pH ini memiliki fitur *range* pengukuran pH mulai dari 0 – 14 dan rentang suhu operasi 0 – 80°C, dengan nilai nol pH sebesar $7 \pm 0,25$, alkali eror kurang dari 15mv, dan besarnya noise 0,5mv (Pramesia Pratama, I. P. Y., Wibawa, K. S., & Suarjaya, I. M. A. D. 2022). Gambar dari sensor DFRobot Analog pH Sensor bisa dilihat dari gambar 4 di bawah.

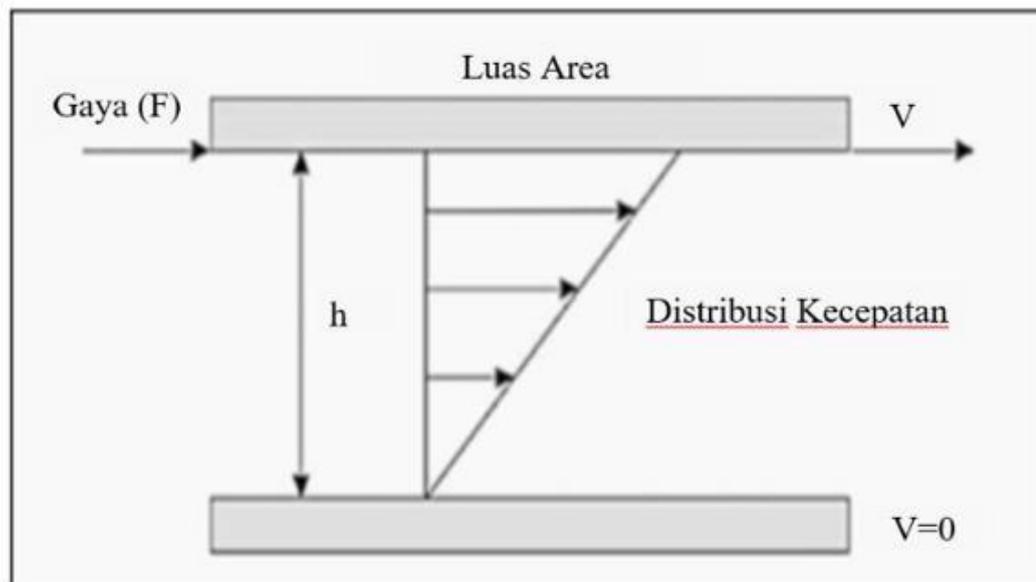


Gambar 4 DFRobot Analog pH Sensor
(sumber : https://wiki.dfrobot.com/PH_meter_SKU_SEN0161_)

2.12 Viskositas

Viskositas dapat dinyatakan sebagai tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul-molekul cairan. Suatu jenis cairan yang mudah mengalir, diartikan nilai viskositasnya rendah dan sebaliknya cairan yang sulit untuk mengalir diartikan nilai viskositasnya tinggi. Pada hukum aliran viskos, Newton mengatakan hubungan antar gaya mekanikanya diri suatu aliran viskos “gesekan dalam (viskositas) fluida adalah konstan sehubungan dengan gesekannya” (Firmansyah, R. R., & Sucahyo, I. 2019).

Aliran viskos dapat digambarkan dengan dua buah bidang sejajar yang dilapisi fluida tipis di antara kedua bidang tersebut seperti ditunjukkan gambar 5.



Gambar 5 Aliran viskos

(sumber : Sahara, A., Vegatama, M. R., Saputra, R. H., & Huda, M. A. 2020).

Sebuah bidang dengan permukaan bawah yang terdapat batas oleh lapisan fluida dengan tebal h sejajar dengan sebuah bidang permukaan atas yang bergerak dengan luas A . Jika bidang bagian atas itu ringan, yang berarti tidak memberikan beban pada lapisan fluida di sisi bawah, maka gaya yang ada pada lapisan fluida adalah nol. Sebuah gaya F diberikan pada bidang atas yang membuat bergeraknya bidang atas dengan kecepatan konstan v , maka fluida di bawahnya tersebut akan membentuk lapisan-lapisan yang saling bergesekan. Setiap lapisan itu akan menghasilkan tegangan geser (σ):

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Dengan kecepatan lapisan fluida paling atas sebesar v , sedangkan kecepatan lapisan fluida yang berada paling bawah adalah nol. Sehingga kecepatan geser (γ) di suatu tempat pada jarak y dari bidang tetap tanpa adanya tekanan fluida adalah:

$$\gamma = \frac{dv}{dy} \quad (2)$$

Pada fluida variabel perbandingan nilai kecepatan geser dengan tegangan geser adalah konstan, sehingga dari besaran kecepatan geser (γ) dan tegangan geser (σ) akan dihasilkan persamaan viskositas (η) sebesar :

$$\eta = \frac{\sigma}{\gamma} \quad (3)$$

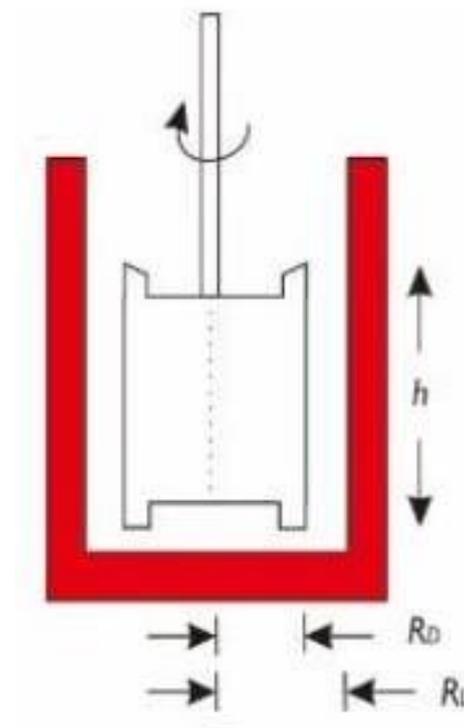
Parameter (η) ini diartikan sebagai viskositas absolut (dinamis) dari suatu fluida. Dengan menggunakan satuan internasional : N , m^2 , m , m/s untuk gaya, luas area, panjang, kecepatan, maka besaran viskositas dapat dinyatakan dengan :

$$\eta = \frac{\sigma}{\gamma} = \frac{N/m^2}{m/ms} = Pa \cdot s \quad (4)$$

(Firmansyah, R. R., & Sucahyo, I. 2019).

2.12.1 Viskometer Rotasi

Viskometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur kekentalan fluida. viskometer yang sering digunakan adalah viskometer peluru jatuh, tabung pipa (pipa kapiler) dan sistem rotasi. Viskometer rotasi silinder sesumbu dibuat berdasarkan 2 jenis yaitu sistem *Searle* di mana silinder bagian dalam berputar sedangkan silinder bagian luar diam dan sistem *Couette* di mana bagian luar silinder yang berputar sedangkan silinder dalam diam.



Gambar 6 Viskometer rotasi
(sumber : Firmansyah, R. R., & Sucahyo, I. 2019).

Silinder dalam dengan nilai jari-jari R_D dan tinggi bernilai h berputar dengan kecepatan sudut konstan ω pada silinder luar dengan nilai jari-jari R_L , di mana $R_L > R_D$. jarak antara R_L dan R_D tidak berpengaruh kepada besar nilai viskositas fluida

Newtonian meskipun R_L dan R_D mempengaruhi nilai tegangan geser dan kecepatan geser, karena viskositas pada fluida *Newtonian* hanya berpengaruh karena tekanan dan suhu. Gaya F yang ada pada fluida dengan jarak r diantara kedua silinder $R_D < r < R_L$ menghasilkan tegangan geser (σ) pada fluida yang dinyatakan dengan persamaan:

$$\sigma = \frac{T}{2\pi^2 h} \quad (5)$$

Di mana, σ = Tegangan geser (N/m^2), T = torsi ($N.m$), dan h = tinggi (m).

T atau torsi yang bekerja pada fluida yang merupakan hasil kali antar gaya (F) yang dikenakan oleh silinder dalam yang berputar dengan jarak fluida dari pusat silinder (r). Sedangkan kecepatan gesernya (γ) dinyatakan dengan persamaan:

$$\gamma = \frac{du}{dy} = -\frac{dv}{dy} = -\frac{d\omega}{dr} = -\frac{2\pi r f}{dr} = -2\pi f \quad (6)$$

Sehingga dari penurunan persamaan (6), diperoleh persamaan untuk kecepatan geser (γ):

$$\gamma = -2\pi f \quad (7)$$

Hubungan dari kecepatan geser (γ) dan tegangan geser (σ) dapat menghasilkan persamaan nilai viskositas fluida *Newtonian* sesuai dengan persamaan 3 jika unsur variabel dari persamaan tegangan geser (σ) dan kecepatan geser (γ) dimasukkan diperoleh persamaan viskositas:

$$\eta = \frac{T}{4\pi^2 f h} \left[\frac{1}{R_D^2} - \frac{1}{R_L^2} \right] \quad (8)$$

Dari persamaan (9) dapat dijabarkan dengan memasukkan nilai torsi (T), di mana untuk persamaan torsi dapat dinyatakan dengan:

$$T = \frac{V.I}{2\pi f_0} \quad (9)$$

Dengan memasukkan nilai Torsi (T), maka persamaannya menjadi:

$$\eta = \frac{V.I}{8\pi^3 f f_0 h} \left[\frac{1}{R_D^2} - \frac{1}{R_L^2} \right] \quad (10)$$

di mana:

η = viskositas cairan (cP)

V = tegangan input (V)

I = arus pada motor (mA)

f = kecepatan rotasi silinder dalam dengan beban (Hz)

f_0 = kecepatan rotasi silinder dalam tanpa beban (Hz)

- h = tinggi silinder (m)
 R_D = jari-jari silinder dalam (m)
 R_L = jari-jari silinder luar (m)
 (Firmansyah, R. R., & Sucahyo, I. 2019).

2.13 Database

Database adalah sebuah sistem yang dibuat untuk mengorganisasi, menyimpan dan menarik data dengan mudah. *Database* terdiri dari kumpulan data yang terorganisir untuk satu atau lebih penggunaan, dalam bentuk digital. *Database* digital diatur menggunakan *Database Management System* (DBMS), yang menyimpan isi *database*, mengizinkan pembuatan dan *maintenance* data dan pencarian dan akses yang lain. Beberapa *database* yang ada saat ini adalah: MySQL, *SQL Server*, *Ms.Access*, *Oracle*, dan *PostgreSQL* (Ramadhan dkk, 2020).

Adapun beberapa fungsi dari *database* adalah:

1. Mempermudah identifikasi data dengan cara pengelompokan data, salah satu contohnya dengan pembuatan beberapa tabel atau *field* yang berbeda-beda.
2. Meminimalisir suatu data ganda.
3. Mempermudah penggunaan user dalam beberapa hal, misal pada saat penginputan data baru.
4. Penyimpanan secara digital.
5. Menjadi alternatif lain terkait masalah penyimpanan ruang dalam suatu aplikasi (Ramadhan dkk, 2020).

Adapun beberapa jenis *database*, di antaranya:

1. *Operational Database*, *database* jenis ini mengoperasikan penyimpanan data yang sangat rinci agar dapat dengan mudah digunakan. *Database* ini biasa digunakan untuk *database* pelanggan.
2. *Ralational Database*, *database* ini, user dapat mengakses atau mencari informasi dalam tabel yang berbeda-beda.
3. *Distributed Database*, untuk *database* jenis ini dapat mendistribusikan data-data secara tersebar namun saling berhubungan serta dapat diakses secara Bersama-sama.

4. *External Database*, *database* ini sering digunakan sebagai keperluan komersial karena kemudahan mengaksesnya yang memang dikhususkan untuk publik (Ramadhan dkk, 2020).

2.14 *Structured Query Language (SQL)*

SQL (*Structured Query Language*) adalah Bahasa *scripting* yang digunakan untuk mengolah *database*. *Database* besar seperti MySQL, PostgreSQL, dan SQL server sudah menggunakan SQL untuk mengolah *databasenya*. SQL yang dipergunakan *software database* tersebut adalah sama kecuali sedikit perbedaan di beberapa tempat (Ramadhan dkk, 2020). Penelitian ini menggunakan *database* MySQL untuk mengoperasikan SQL ini.

MySQL adalah satu jenis *database* server yang sangat terkenal. MySQL menggunakan Bahasa SQL untuk mengakses *databasenya*. Lisensi MySQL adalah FOSS *Licence Exeption* dan ada juga yang versi komersialnya. Tag MySQL adalah “*The World’s most popular open source database*”. MySQL tersedia untuk beberapa *platform*, di antaranya adalah untuk versi *Windows*, *LinuxOS* dan *MacOS*. Untuk mempermudah penggunaan MySQL, ada beberapa *software* yang bisa digunakan, salah satunya adalah phpMyAdmin (Ramadhan dkk, 2020).

2.15 *PhpMyAdmin*

PhpMyAdmin adalah sebuah aplikasi atau perangkat berbasis *open source* yang bisa kita gunakan secara gratis untuk melakukan pemrograman ataupun administrasi pada *database* MySQL. phpMyAdmin sendiri menggunakan Bahasa PHP untuk pemrogramannya, selain itu phpMyAdmin mendukung berbagai operasi MySQL, diantaranya; mengelola *database*, tabel-tabel, bidang (*fields*), relasi (*relations*), indeks, pengguna (*user*), perizinan (*permissions*), dan lain-lain (Ramadhan dkk, 2020).

Jadi dapat disimpulkan pula bahwa phpMyAdmin berbeda dengan MySQL. Di mana phpMyAdmin digunakan sebagai alat yang memudahkan dalam pengoperasian *database* MySQL, sedangkan MySQL adalah suatu *database* itu

sendiri, di mana *database* berfungsi sebagai penyimpanan data (Ramadhan dkk, 2020).

2.16 Delay

Delay (latency) merupakan suatu waktu yang diperlukan data untuk melakukan proses transmisi data yang dihitung dari selisih waktu pengiriman. Terdapat standar untuk delay yang dibuat oleh *Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)* standarisasi nilai *latency/delay* sebagai berikut (Prihatmoko, C.R, 2021).

Tabel 1 Standar Delay Menurut TIPHON

Kategori Delay	Interval Delay (ms)
Sangat Bagus	< 150 ms
Bagus	150 s/d 300 ms
Sedang	300 s/d 450 ms
Jelek	> 450 ms

2.17 Kesehatan Manusia

Definisi sehat menurut *World Health Organization (WHO)* adalah suatu keadaan di mana tidak hanya terbatas dari penyakit atau kelemahan, tetapi juga adanya keseimbangan antara fungsi fisik, mental dan sosial (Jacob, D.E & Sandjaya, 2018). Kesehatan tidak terpisahkan dari kehidupan manusia, karena kesehatan merupakan hal yang paling penting dalam menjalankan berbagai aktivitas. Tanpa kesehatan manusia akan mengalami hambatan dan mengalami penurunan kondisi fisik. Kesehatan adalah keadaan seimbang yang dinamis, yang dipengaruhi faktor genetik, lingkungan dan pola hidup sehari-hari (Pane, B.S., 2015).

Usia dan jenis kelamin dapat mempengaruhi kesehatan. Hal tersebut dikarenakan bertambahnya usia akan diiringi dengan penurunan fungsi tubuh, timbulnya berbagai penyakit, keseimbangan tubuh dan risiko jatuh (Budiono, N.D.P., & Rivai, A., 2021). Laki-laki lebih cenderung menekankan terhadap keadaan tidak sakit sedangkan perempuan lebih menekankan pada relaksasi,

perasaan sehat, istirahat dan nutrisi. Hal tersebutlah yang membuat perempuan lebih berhati-hati dalam menjaga kesehatannya. Oleh karena itu dapat kita lihat bahwa jenis kelamin dapat mempengaruhi seseorang dalam memiliki gaya hidup sehat (Eko, S. & Sinaga, N., 2018).

Usia manusia dapat dibagi menjadi beberapa rentang atau kelompok di mana masing-masing kelompok menggambarkan tahap pertumbuhan manusia tersebut. Salah satu pembagian kelompok umur atau kategori umur dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2009) sebagai berikut (Al Amin, M., 2017):

Tabel 2 Rentang tahun kelompok usia manusia

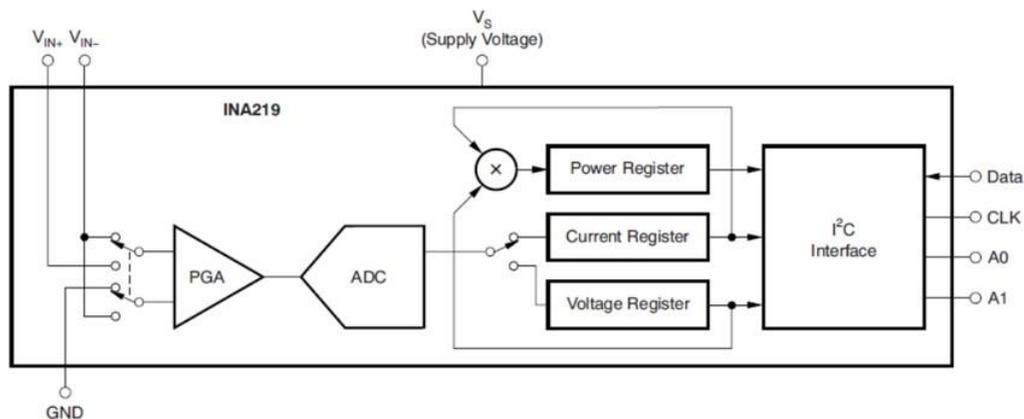
No	Kelompok Usia	Rentang Tahun
1.	Balita	0 – 5 tahun
2.	Kanak-kanak	6 – 11 tahun
3.	Remaja awal	12 – 16 tahun
4.	Remaja akhir	17 – 25 tahun
5.	Dewasa awal	26 – 35 tahun
6.	Dewasa akhir	36 – 45 tahun
7.	Lansia awal	46 – 55 tahun
8.	Lansia akhir	56 – 65 tahun
9.	Manula	> 65 tahun

Sumber: Data departemen kesehatan tahun 2009

2.18 INA219

INA219 merupakan modul sensor yang dapat memonitoring tegangan dan arus pada suatu rangkaian listrik. INA219 didukung dengan *interface* 12C atau *SMBUS-COMPATIBLE* di mana peralatan ini mampu memonitoring tegangan *shunt* dan suplai tegangan bus, dengan konversi program *times* dan *filtering*. INA219 memiliki sebuah *amplifier input* maksimum sebesar 320mV ini berarti dapat mengukur arus hingga 3,2A. dengan internal data 12 bit ADC, resolusi pada kisaran 3.2A adalah 0,8mA. Dengan gain internal yang ditetapkan pada minimum div8, maksimal saat ini adalah 400mA dan resolusi 0,1mA. INA219

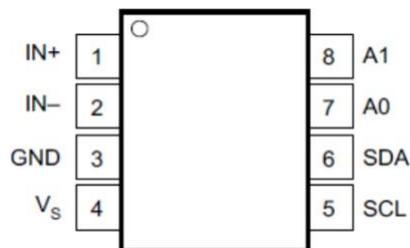
mengidentifikasi tegangan shunt pada bus 0 – 26V (Monda, H. T., Feriyonika, F., & Rudati, P. S. 2018).



Gambar 7 Skematik INA219

(sumber : Monda, H. T., Feriyonika, F., & Rudati, P. S. 2018).

Pada gambar 7 skematik INA219 memiliki pin I/O data, *clock*, analog 0, analog 1, *Vin+*, *Vin-*, *ground*, dan suplai tegangan. Berikut penjelasan pinnya sesuai dengan gambar konfigurasi pin INA219 (Monda, H. T., Feriyonika, F., & Rudati, P. S. 2018).



Gambar 8 Konfigurasi pin INA219

(sumber : Monda, H. T., Feriyonika, F., & Rudati, P. S. 2018).

Pin *IN+* dan *IN-* merupakan pin positif dan negatif input dari tegangan *shunt* di mana pin positif dihubungkan dengan hambatan *shunt* sedangkan yang negatif dihubungkan dengan *ground*. Pin SCL dan SDA adalah pin serial bus i dan serial bus data *line*. Pin A0 dan A1 merupakan *address* dari pin analog *input* (Monda, H. T., Feriyonika, F., & Rudati, P. S. 2018).

2.19 Motor DC RF-300FA

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini di gunakan untuk memutar atau

mengangkat sesuatu tergantung kebutuhan. Motor listrik sangat banyak digunakan untuk membantu kegiatan sehari-hari (Hafid, A. 2020).

Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektronik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas tegangan tergantung yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor (Rudi, S. 2018).



Gambar 9 Motor DC RF 300FA
(sumber : <https://datasheetspdf.com/pdf-down/R/F/-/RF-300FA-MABUCHIMOTOR.pdf>).

2.20 Optocoupler Sensor (RPM Sensor *Module IR Based ITR9608-F*)

Optocoupler merupakan kombinasi antara sebuah sumber cahaya (LED) dengan sebuah *photosensitive detector* (*phototransistor*). Fungsi dari optocoupler tergantung dari jenisnya. Ada dua jenis optocoupler:

1. Optocoupler jenis ‘U’ sering dipakai untuk menghitung putaran dari suatu piringan.
2. Optocoupler jenis DIP (*Dual In – line Package*) berfungsi untuk melindungi atau mengisolasi rangkaian dari tegangan tinggi (Murtianta, B. 2018).



Gambar 10 RPM Sensor Optocoupler Module IR Based ITR9608-F
(sumber : https://www.researchgate.net/figure/Gambar-7-Sensor-Kecepatan-RPM-Sensor-kecepatan-atau-velocity-sensor-adalahsuatu-sensor_fig1_346631156)

Sensor kecepatan yang digunakan adalah RPM Sensor Optocoupler *Module IR Based ITR9608-F*. Prinsip kerja sensor ini adalah dengan mengombinasikan LED-*Phototransistor* yang terdiri dari sebuah komponen LED (*Light Emitting Diode*) yang memancarkan cahaya infra merah (IR LED) dan sebuah komponen semikonduktor yang peka terhadap cahaya (*phototransistor*) sebagai bagian yang digunakan untuk mendeteksi cahaya *infrared* yang dipancarkan oleh IR LED (Wilutomo, R. M. M., & Yuwono, T. 2017).

RPM Sensor Optocoupler *Module IR Based ITR9608-F* termasuk sensor optocoupler jenis ‘U’. Sensor *fotoelektrik* berbentuk U terdiri dari dua komponen: LED *infrared* dan *fototransistor*, ditempatkan sejajar dan dengan jarak antara keduanya sebesar 5mm. sensor ini berguna untuk mendeteksi apakah suatu objek berada di antara dua komponen tersebut. Sebagai contoh, sensor ini dapat digunakan untuk memantau jumlah rotasi roda menggunakan roda berlubang. *Encoder* digunakan untuk menerjemahkan gerakan putar atau linier menjadi sinyal digital. Hal ini biasa ditujukan untuk memantau atau mengontrol parameter gerakan seperti kecepatan, arah, jarak, atau posisi. Sensor *fotoelektrik* mendeteksi apakah cahaya yang dipancarkan oleh LED inframerah melewati lubang roda berlubang atau tidak. Apakah cahaya yang dipancarkan melewati lubang roda berlubang atau tidak, sensor *fotoelektrik* akan menghasilkan *pulse optic* yang kemudian dikonversi

menjadi sinyal listrik dan mentransmisikan. Ketika tidak ada rintangan melalui celah antara kedua komponen, keluaran akan berupa logika 0 dan jika ada rintangan keluaran akan menjadi angka 1 (Stan, I. D. 2022).

2.21 Kalibrasi

Kalibrasi adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang di tunjukkan oleh suatu alat ukur atau sistem ukur, atau nilai yang telah diketahui yang berkaitan dengan besaran nilai yang diukur dalam kondisi tertentu. Hasil pengukuran dapat dikaitkan/ditelusuri sampai ke standar yang lebih tinggi/teliti (standar primer nasional dan internasional), melalui rangkaian perbandingan yang tak terputus. Dengan melakukan kalibrasi, bisa diketahui seberapa jauh perbedaan (penyimpangan) antara nilai benar dan nilai yang di tunjukkan oleh alat (Leonardo, C., Suraidi, S., & Tanudjaya, H. 2021).

Kalibrasi juga bertujuan untuk mengetahui keterlusuran suatu alat ukur, simpangan alat ukur, serta menjamin alat ukur telah tertelusur dengan standar nasional maupun internasional. Hal ini akan bermanfaat untuk menjaga kondisi alat ukur agar tetap sesuai dengan spesifikasi dan mengandung sistem mutu di industri atau bidang lain yang berkaitan dengan alat tersebut (Wicaksono, A., & Susanto, I. D. 2015).

2.22 Rongga Mulut

Rongga mulut (*cavum oris*) merupakan bagian penting dari sistem pencernaan pada organ tubuh manusia. Manusia dapat hidup dan melakukan berbagai aktivitas karena didukung oleh anatomi tubuh yang baik, salah satunya anatomi mulut dan gigi. Mulut dan gigi mempunyai peranan penting dalam proses pengolahan makanan secara mekanis dan kimiawi. Selain itu, mulut dan gigi sangat berperan penting dalam berkomunikasi, menunjang estetik wajah, mengunyah, menelan dan perasa (Ulliana dkk 2023).

Rongga mulut dibagi menjadi dua bagian oleh *processus alveolaris* dan gigi yaitu *vestibulum oris* dan celah antara pipi dan gingiva dari gigi. *Posteromedial*, terletak medial dari *processus alveolaris* disebut *cavum oris*

proprium. Rongga mulut dilapisi dengan *mukosa oral* (*tunika mukosa oris*), tertutup oleh *epitel skuamosa* berlapis (Ulliana dkk 2023).

Rongga mulut adalah pintu pertama masuknya bahan-bahan kebutuhan untuk pertumbuhan individu yang sempurna. Rongga mulut juga merupakan tempat mikroorganisme penyebab infeksi yang dapat mempengaruhi keadaan kesehatan umum. Kesehatan mulut dan kesehatan umum saling berhubungan, karena kesehatan gigi dan mulut dapat mempengaruhi kesehatan umum. Kesehatan mulut sama pentingnya dengan kesehatan tubuh umumnya. Perubahan jaringan di mulut juga menandakan perubahan status kesehatan (Adnyani, N. P., & Artawa, I. M. B. 2016).

Beberapa penyakit rongga mulut adalah:

1. Karies, merupakan penyakit jaringan keras gigi kronis progresif yang disebabkan oleh aksi mikroorganisme dan ditandai dengan *demineralisasi* jaringan keras dan juga diikuti adanya kerusakan zat organik yang dapat menyebabkan hancur pada email gigi serta dentin sehingga munculnya lubang pada gigi. Beberapa peneliti menyebutkan penyakit karies gigi ini telah tersebar ke seluruh dunia, sehingga menjadi problematik kesehatan masyarakat (Ulliana dkk 2023).



Gambar 11 Kondisi gigi karies

(sumber : <http://rsudkelet.co.id/mengenal-karies-pengertian-faktor-penyebab-dan-pencegahannya/>)

2. Gingiva atau *periodontal*, merupakan bagian dari mukosa mulut yang mengelilingi gigi dan menutupi tulang *alveolar* yang berfungsi untuk melindungi

jaringan di bawah pelengkap gigi dari lingkungan mulut. Peradangan pada jaringan gingiva dapat menimbulkan gejala gingivitis yang dapat menyebabkan gigi tanggal. Peradangan pada jaringan *gingiva* disebut dengan gingivitis. Gingivitis atau radang *gingiva* adalah kondisi yang terjadi akibat peradangan pada gingiva dan ditandai dengan bengkak dan kemerahan pada *gingiva* di sekitar akar gigi. Kondisi ini bisa disebabkan oleh penumpukan sisa makanan pada gigi dan *gingiva*. Sisa makanan yang terkumpul mengeras dan menjadi *plak* (Ulliana dkk 2023).



Gambar 12 Kondisi gigi gingivitis atau *periodontal*
(sumber : <http://rsudkelet.co.id/mengenal-karies-pengertian-faktor-penyebab-dan-pencegahannya/>)

2.23 *Internet of Things (IoT)*

IoT adalah suatu singkatan dari *internet of things* yang memiliki arti bahwa *internet* adalah segalanya. Hal ini memberi makna bahwa suatu konsep saat suatu benda mempunyai teknologi seperti sensor dan *software* memiliki tujuan dalam berkomunikasi, menghubungkan, bertukar data menggunakan perangkat lain saat terhubung ke *internet*. Hal ini membuktikan bahwa *internet* berperan aktif dalam aktivitas digital sehari-hari. Dengan adanya hal tersebut maka tentu akan mempermudah ketika ingin melakukan transfer data atau berkomunikasi kepada seseorang selama masih memiliki koneksi dengan *internet*. IoT adalah salah satu teknologi memiliki hubungan erat terhadap istilah M2M (*machine-to-machine*). Alat yang digunakan pada M2M mampu berkomunikasi sehingga disebut *smart devices* atau perangkat cerdas (Sari, I. P., Batubara, I. H., & Basri, M. 2022).

Internet of things (IoT) adalah sebuah konsep di mana perangkat elektronik nantinya akan memiliki kemampuan untuk saling berkomunikasi dengan

sendirinya, saling menerima dan mengirimkan data melalui koneksi jaringan. Penerapan IoT menjadikan aktivitas dalam berbagai bidang dapat saling terhubung melalui *Internet*, serta menjadi lebih mudah dan efisien (Iman Hedi Santoso, 2016). Istilah IoT pertama kali diusulkan oleh Kevin Ashton dalam presentasinya di Procter & Gambler pada tahun 1999. Pada presentasinya, Ashton memperkirakan potensi IoT dengan pernyataan sebagai berikut: “*Internet of Things* mempunyai potensi untuk mengubah dunia, sebagaimana yang telah dilakukan oleh *Internet*. Bahkan mungkin potensinya lebih besar” (Ilhami, F., Sokibi, P., & Amroni, A. 2019).

IoT kedepannya dapat digunakan untuk menghubungkan entitas fisik dan digital, IoT telah menarik perhatian dunia akademis dan industri, hal ini disebabkan oleh konsep yang ditawarkan oleh IoT untuk menghubungkan seluruh benda-benda (*things*) disekitar kita, baik menggunakan kabel maupun nirkabel ke jaringan *Internet* dan benda-benda tersebut dapat saling berkomunikasi dengan campur tangan manusia yang minim. Tujuan dari IoT adalah untuk menciptakan sebuah dunia, di mana benda-benda dapat lebih melayani dan mengerti, kebutuhan manusia, tanpa perlu ada perintah langsung (Ilhami, F., Sokibi, P., & Amroni, A. 2019).