

BAB 2 DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian mengenai klasifikasi sinyal abnormal pada *electrocardiograf* telah dilakukan [9]. Pada penelitian ini membuat pengklasifikasian detak jantung normal dan abnormal menggunakan metode *High Pass Filter* (HPF) bertujuan untuk menghilangkan sinyal dibawah 25Hz dan memastikan sinyal detak jantung bersih dari *noise*. Data pada penelitian ini diperoleh dari database *Arrhythmia* MIT-BIH. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa berbasis *fitur* mempunyai akurasi 90%, presisi 90%, dan sensitivitas 90% dalam mengklasifikasikan detak jantung normal dan abnormal.

Penelitian untuk pengenalan *fitur* elektrokardiogram dengan proses windowing dan ambang batas adaptif telah dilakukan oleh beberapa peneliti [10]. Pada penelitian tersebut membuat sistem pengenalan pengolahan sinyal menggunakan metode ambang batas adaptif untuk menentukan pola sinyal P, Q, R, S dan T. Pada penelitian ini menggunakan database *fisionet* untuk mengetahui pola sinyal jantung dan menggunakan matlab sebagai pemrograman pengolahan sinyal tersebut. Penelitian ini menggunakan 48 sinyal EKG yang mengandung kelainan dan 18 sinyal EKG normal dari database *fisionet*. Metode pengolahan sinyal yang dipakai dalam penelitian ini untuk membantu dalam penormalisasian sinyal jantung pada datasheet *fisionet* adalah *high pass filter*.

Pada pendeteksian sinyal jantung PQRST dengan *chip* biopensial dan telepon seluler menggunakan sensor jantung tiga *lead* pada penelitian ini membuat aplikasi yang mampu untuk memonitoring dan menampilkan sinyal jantung pada sensor *chip* modul AD8232 [11]. Menggunakan bantuan arduino nano dan modul *bluetooth* dimana pada sistem alat ini dapat mengirimkan hasil dari pengukuran sinyal jantung ke telepon untuk ditampilkan dalam GUI (*Ghraphical User Interface*) pada layer telepon seluler, serta penyimpanan data sinyal jantung pasien juga dilakukan pada telepon seluler tersebut. Namun, kekurangannya pada penelitian ini masih menggunakan beberapa alat sekaligus yang membuat penelitian tersebut menjadi kurang fleksibel.

Implementasi alat kesehatan jantung dibuat berbasis *internet of things* (IoT) dan android pada penelitian ini membuat sistem perekaman detak jantung menggunakan sensor AD8232 dan Raspberry-Pi [12]. Hasil akhir setelah melakukan 30 kali pengujian berdasarkan nilai yang terbaca pada alat tersebut memiliki rata-rata tingkat akurasi sebesar 94,68%. dimana pada penelitian tersebut menggunakan *platform* ANTARES dengan *output* nilai bpm tanpa disertai grafik sinyal detak jantung tersebut. Saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat meningkatkan *output* atau keluaran dari sensor tersebut dengan ditambahkan grafik sinyal jantung dan kategori pembacaan sinyal jantung.

Penelitian untuk monitoring sinyal elektrokardiogram (EKG) yang menggunakan *software thingspeak cloud computing* telah dilakukan oleh beberapa peneliti [13]. Pada penelitian ini menggunakan lima alat sekaligus antara lain modul sensor AD8232, *micro SD card*, arduino uno, Raspberry-Pi dan *thingSpeak cloud server*. Penelitian ini menggabungkan beberapa alat tersebut menjadi satu bagian untuk mengetahui bagaimana bentuk sinyal jantung yang terekam pada sensor AD8232 tersebut. Penelitian ini juga meneliti mengenai visualisasi dan pengolahan sinyal jantung dengan bentuk sinyal sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Ketika melakukan uji coba didapatkan nilai *error* dan akurasi sinyal cukup akurat. Adapun peneliti selanjutnya diharapkan mampu untuk membuat alat tersebut menjadi lebih praktis dan mampu memvisualisasikan bentuk sinyal yang lebih akurat.

Beberapa penelitian mengenai sistem *smart healthcare* menggunakan sensor jantung AD8232 dengan menerapkan sistem *internet of things* sudah dilakukan oleh beberapa peneliti [14]. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah alat *smart healthcare* yang dapat melaporkan hasil nilai detak jantung menggunakan modul *node mcu* dan menghubungkan modul Raspberry-Pi dan sensor AD8232. Peneliti menggunakan *platform blynk* untuk membuat sistem berbasis IoT dan peneliti menggunakan *oled LCD* sebagai media untuk menampilkan gambar visualisasi grafik EKG karena *platform Blynk* tidak dapat menampilkan gambar grafik denyut jantung. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan mampu menggunakan *platform* lain untuk bisa menampilkan grafik denyut jantung dan nilai bpm jantung dan tidak memerlukan alat tambahan lain.

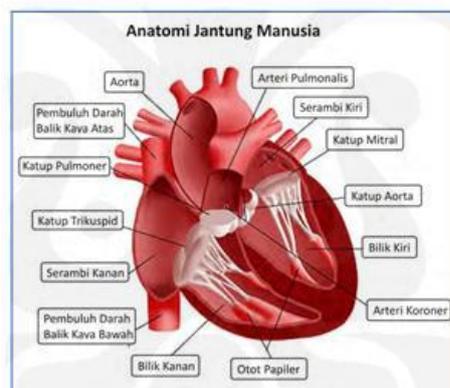
Penelitian tentang monitoring detak jantung sudah diminati oleh beberapa kalangan mahasiswa [8]. Pada penelitian tersebut membahas mengenai pembuatan alat monitoring denyut jantung berbasis IoT, dimana setelah melakukan penelitian menunjukkan *persentase* rata-rata *error* pada alat tersebut sebesar 1,12% serta pada penelitian tersebut hanya membahas mengenai pengukuran bpm pada jantung. Pada penelitian ini tidak membahas mengenai pengolahan sinyal jantung dan tidak membahas mengenai proses alur terbentuknya sinyal grafik EKG.

2.2 DASAR TEORI

Pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mengembangkan sebuah sistem pengolahan sinyal jantung dan visualisasi sinyal jantung. Adapun beberapa teori yang digunakan sebagai penunjang dalam perancangan sistem pada penelitian ini.

2.2.1 Jantung

Jantung merupakan salah satu bagian terpenting yang ada pada tubuh manusia, organ penyusun jantung berupa otot yang berbentuk kerucut mempunyai rongga dengan basisnya di atas dan puncaknya berada dibawah. Berat jantung manusia berkisar 300 gram [15].



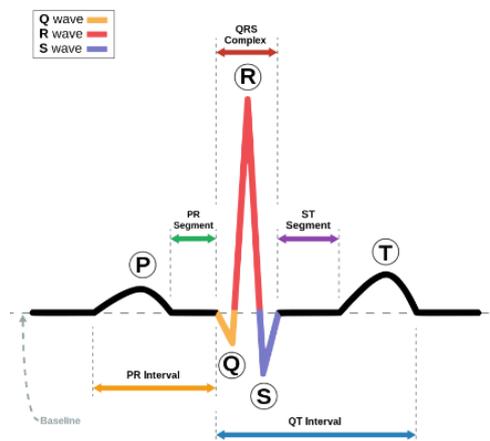
Gambar 2.1 Anatomi Jantung Manusia [7]

Adapun 4 bagian utama dari jantung antara lain serambi kanan dan bilik kanan yang terletak pada sisi kanan jantung, serambi kiri, dan bilik kiri yang terletak pada sisi kiri jantung. Terdapat beberapa fungsi bagian dari jantung tersebut antara lain serambi kiri dan bilik kiri bertugas untuk mengalirkan darah bersih dan oksigen ke aliran darah pada tubuh manusia sedangkan, pada serambi kanan dan bagian bilik kanan bertugas sebagai penerima akhir darah yang sudah terpompa ke seluruh tubuh untuk dibersihkan dan dikirim ke serambi kiri untuk dipompa kembali keseluruh

tubuh. Pada Gambar 2.1 dapat dilihat mengenai struktur bagian dari jantung. Nodus sinotrials merupakan bagian dari sistem konduksi jantung yang terletak di bagian atas serambi atau atrium kanan dan bertugas untuk mengirimkan impuls listrik untuk membuat jantung berdetak. Sistem listrik otonom inilah yang menghasilkan kontraksi otot jantung berirama yang di sebut denyut jantung [7].

2.2.2 Grafik EKG (Elektrokardiogram)

Grafik Elektrokardiogram (EKG) merupakan salah satu metode perekaman jantung dengan menggambarkan aktifitas detak jantung dalam bentuk grafik. Sinyal EKG (Elektrokardiogram) secara universal hanya bisa dibaca serta dipahami oleh dokter spesialis penyakit jantung jika ada kesalahan pembacaan akan berdampak parah pada pasien tersebut. Pada rekaman EKG (Elektrokardiogram) berisi sebagian gelombang yang membentuk sesuatu kurva, pada gelombang inilah yang akan merepresentasikan kegiatan jantung. Ketika jantung berkontraksi dan berdetak, aktivitas listrik yang dihasilkan oleh jantung direkam oleh mesin EKG dalam bentuk grafik yang disebut elektrokardiogram. Elektrokardiogram ini memberikan informasi tentang ritme jantung, kekuatan kontraksi, irama, dan gangguan listrik lainnya yang mungkin ada pada jantung. Ini adalah alat penting dalam diagnosis penyakit jantung, seperti aritmia, serangan jantung, dan gangguan irama jantung lainnya [16].



Gambar 2.2 Sinyal Jantung PQRST [16]

Pada Gambar 2.2 merupakan sinyal jantung yang terjadi dalam 1 siklus kegiatan jantung yang membentuk sesuatu grafik dimana kegiatan itu meliputi kontraksi pada otot atrium (ruang pertama dalam penerima darah), kontraksi pada

otot *ventrikel*, serta relaksasi pada otot *ventrikel*. Grafik hasil detak jantung tersebut dibagi menjadi 5 gelombang. Pada gelombang P merupakan gelombang yang terbentuk pertama untuk mewakili kontraksi otot atrium dengan bentuk gelombang yang relatif kecil yang disebabkan bentuk otot atrium yang tipis. Gelombang kedua disebut dengan QRS interval ialah gabungan dari deplesi awal kebawah pada gelombang Q, deplesi keatas pada gelombang R, serta deplesi kedua kebawah pada gelombang S, serta gelombang T yang terbentuk ketika keadaan otot *ventrikel* yang kembali melemas ke posisi awal atau disebut repolarisasi. Pada kondisi tersebut sinyal jantung sangat dipengaruhi oleh kinerja dari otot jantung dan mudah terpengaruh oleh sinyal otot lainnya [16].

2.2.3 Elektrode Transducer

Elektrode transducer yang digunakan dalam instrumentasi medis sangatlah penting, karena bersinggungan langsung dengan pasien. Adapun fungsi dari *transducer* untuk mengkonversi parameter fisiologis menjadi sebuah tegangan yang dapat diukur. Adapun beberapa jenis *electrode* antara lain *12 leads electrode* dan *3 leads electrode*. Pada *12 leads electrode* terdapat keunggulan menggunakan 12 lead memberikan gambaran yang lebih lengkap dan komprehensif tentang aktivitas listrik jantung dari berbagai sudut pandang. Hal ini membantu dalam mendiagnosis kondisi jantung yang lebih kompleks [17].

Adapun kekurangan dari menggunakan *12 leads electrode* memerlukan lebih banyak waktu dan keterampilan untuk menempatkan semua elektroda dengan benar, yang bisa menjadi tantangan dalam situasi darurat. Dengan lebih banyak elektroda yang harus dipasang dapat membuat pengguna merasa tidak nyaman, terutama jika harus tetap dalam posisi tertentu selama pengukuran. Peralatan pada EKG dengan *12 leads* lebih mahal dan kompleks, membutuhkan pemeliharaan dan kalibrasi yang lebih sering. Pada penggunaan *12 leads* sebagai penampil sinyal EKG, pembacaan sinyal yang ditampilkan tiap *leads* tidak bisa terbaca secara bersamaan namun secara bergantian dari 12 masukan yang berasal dari sinyal dengan jalur utama komunikasi perangkat tersebut [18].

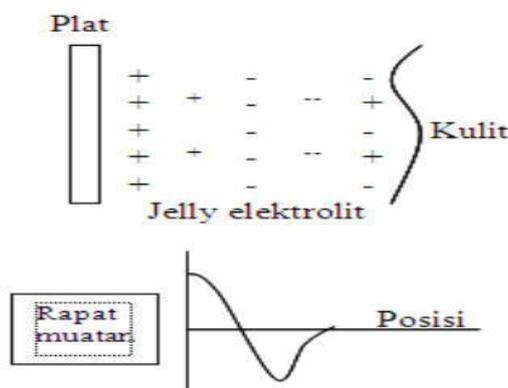
Dengan menggunakan tiga elektroda, proses pemasangan menjadi lebih cepat dan sederhana, lebih cocok untuk pemantauan cepat atau situasi darurat. Lebih sedikit elektroda yang dipasang membuat prosedur lebih nyaman bagi pengguna,

dan lebih mudah bergerak jika diperlukan. Peralatan EKG dengan 3 *leads* lebih murah dan lebih sederhana, membuatnya lebih mudah diakses dan digunakan dalam berbagai setting klinis [19].



Gambar 2.3 Elektrode transducer [19]

Transducer elektrode seperti Gambar 2.3 *elektrode transducer* memasang tegangan pada permukaan tubuh ke instrumen elektronik. Pemasangan 3 sadapan ini harus dalam kondisi yang bersih, tidak berminyak, dan tidak adanya bulu pada tubuh diposisi pemasangan tersebut. *Elektrode* terdapat dua tipe antara lain *invasive* yang menembus langsung melalui kulit seperti jarum *elektrode*, atau *noninvasive surface electrode* yang sifatnya tidak menembus dan hanya menempel pada kulit tubuh. Adapun *tipe* yang sering digunakan untuk medis yaitu jenis *noninvasive surface electrode* [19].



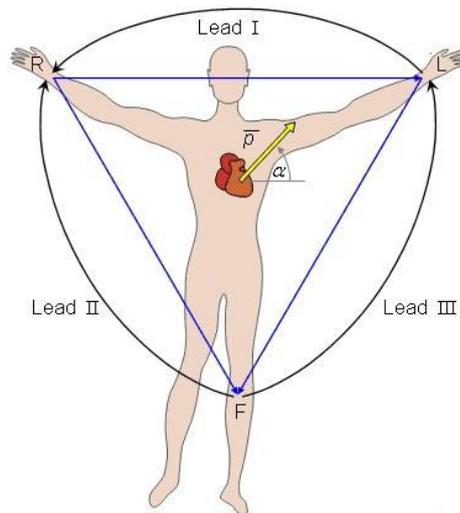
Gambar 2.4 Surface Electrode [20]

Elektrode ini berbentuk pelat logam yang dilapisi dengan cairan elektrolit. Pada Gambar 2.4 *Elektrode* jenis lain terdiri dari bahan pelat logam yang terpisah dari permukaan tubuh oleh isolator sehingga membentuk pasangan kapasitor.

Fungsi lain dari *elektrode* antara lain sebagai sistem *grounding* yang ditempelkan langsung pada daerah yang memiliki resistansi tubuh yang rendah, antara lain kaki, tangan, dan dada [20].

2.2.4 Posisi Pemasangan *Elektrode* ECG Metode Segitiga *Einthovent*

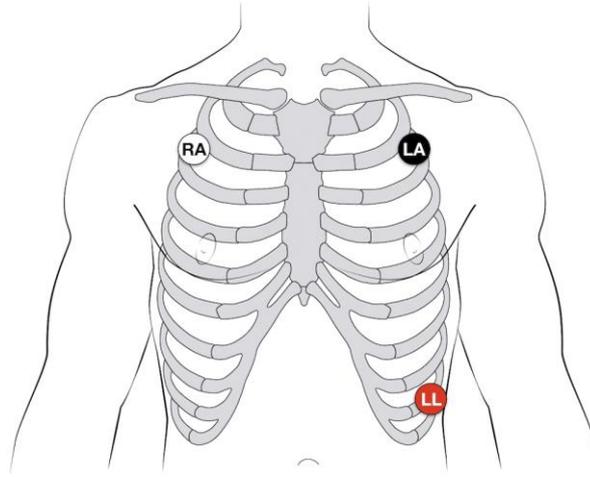
Teori segitiga *einthovent* merupakan teori sadapan sinyal jantung yang dipakai sebagai acuan didunia medis, teori ini ditemukan oleh Williem Einthoven dimana penemu ini lahir di Indonesia di kabupaten Semarang, tanggal 21 Mei 1860. Teknik sadapan sinyal EKG berdasarkan teori segitia *Einthovent* dan dapat dilihat pada Gambar 2.5 menggunakan metode *einthovent* dapat diperoleh beberapa sadapan antara lain sadapan bipolar *lead 1*, *lead 2*, dan *lead 3*. Sadapan bipolar merupakan gabungan dari beberapa *elektrode* yang dipasang sesuai dengan aturan *einthovent* dimana untuk *Lead 1 elektrode* positif di tangan kiri dan *elektrode* negatif di tangan kanan, *Lead 2 elektrode* positif di kaki kiri dan *elektrode* negatif di tangan kanan, *Lead 3 elektrode* positif di kaki kiri dan *elektrode* negatif di tangan kiri [21].



Gambar 2.5 Sadapan *einthovent* pemasangan *lead elektrode* [21]

Penempatan posisi sadapan telah diatur dan disepakati bersama menurut *American Heart Association* (AHA). Pada Gambar 2.6 dapat dilihat untuk penempatan posisi 3 sadapan sendiri terbagi menjadi 3 titik dimana titik pertama *elektrode right arm* (RA) diletakkan dibawah *klavikula* kanan pada garis tengah *klavikula* dalam rangka tulang rusuk, titik kedua *elektrode left arm* (LA) diletakkan dibawah *klavikula* kiri pada garis tengah *klavikula* dalam rangka tulang rusuk, titik

ketiga *elektrode right leg* (RL) diletakkan pada bawah perut kiri didalam tulang rusuk. Tulang bagian *klavikula* merupakan penghubung bagian atas tulang dada dengan tulang belikat di bahu atau pundak [22].



Gambar 2.6 Penempatan posisi 3 lead elektrode transducer [22]

2.2.5 Penguat Instrumentasi AD8232

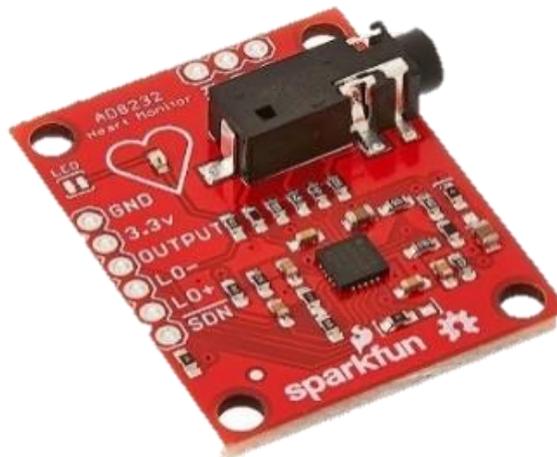
Modul penguat AD8232 merupakan sebuah modul kit yang di operasikan untuk mengukur secara langsung aktifitas detak jantung manusia. Sinyal listrik jantung yang rekam berupa sinyal analog. Pada modul ini menggunakan 3 *lead elektrode transducer*. Dalam pengukuran sebuah sinyal jantung secara langsung pasti sinyal yang didapat akan banyak terpengaruh dengan *noise*, maka dibutuhkan sebuah *filter* tambahan untuk menyaring sinyal yang didapat [8].

Pada alat ini dapat memuat alat desain *filter* dari AD8232, dimana alat ini membantu pengguna untuk merancang *filter low pass filter*, *band stop filter*, *high pass filter* dan *band pass filter*. Setidaknya, diperlukan *filter* lolos tinggi orde pertama dan juga dapat memilih untuk menggunakan *filter* lolos tinggi orde kedua ataupun ketiga tergantung dengan kebutuhan *filter* yang dipakai. Disarankan untuk menggunakan *filter* dari 7Hz hingga 25Hz. Sinyal dengan frekuensi lebih tinggi dari 25Hz dilemahkan, yang secara efektif dapat menekan pengaruh aktivitas. Beberapa *filter* yang disarankan pada modul AD8232 ini menggunakan dua penyaringan *filter* antara lain *Filter* yang dipakai dalam proses ini menggunakan *filter* yang meloloskan frekuensi rendah karena, dalam penerapannya penggunaan *filter* dengan frekuensi rendah dapat menghilangkan frekuensi *noise* yang lebih tinggi dari titik *cut-off filter* frekuensi rendah.

Tabel 2.1 Fitur sensor AD8232 [8]

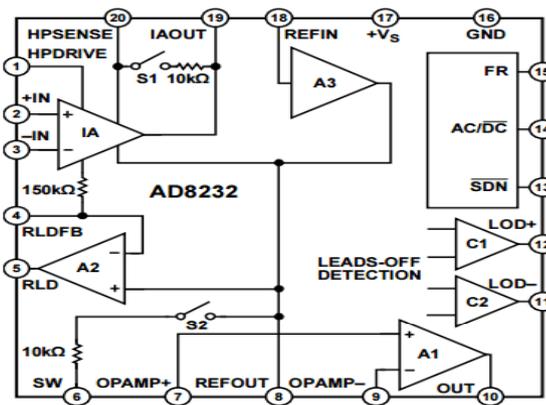
Nama Pin	Kegunaan Pin
GND	<i>Ground</i>
3.3V	<i>3.3V Power Supply</i>
<i>OUTPUT</i>	<i>Output Sinyal</i>
LO-	<i>Lead-Off Detect Signal -</i>
LO+	<i>Lead-Off Detect Signal +</i>
SND	<i>Shutdown</i>

Pada sensor AD8232 terdapat beberapa pin out dan pin in yang membantu sensor AD8232 dapat menangkap hasil dari masukan *elektrode* transducer yang terpasang pada tubuh manusia adapun beberapa bagian rincian dari pin modul AD8232 seperti pada Tabel 2.1. Modul AD8232 dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Modul AD8232 [8]

AD8232 adalah sebuah modul untuk pengkondisian sinyal yang terintegrasi sinyal ECG dan untuk pengukuran pada biopotential lainnya. Modul ini dirancang secara khusus untuk mengekstrak, memperkuat sinyal, dan menyaring sinyal biopotential tertentu. Pada sensor ini dirancang sebagai sensor sadapan sinyal jantung dengan frekuensi rendah hingga tinggi. Sensor menggunakan *electrode transducer 3 lead*. *Electrode* ini mendapatkan sinyal *biolistrik* berdasarkan prinsip kontak antara *ion* metal dengan metal yang bersesuaian sehingga menghasilkan potensial listrik yang disebut potensial *elektrode*. Potensial *elektrode* dihasilkan karena adanya peredaan laju perpindahan ion masuk dan keluar metal [8].



Gambar 2.8 Wiring Diagram AD8232 [23]

Pada Gambar 2.8 dapat dilihat bahwa modul AD8232 berisi beberapa *amplifier* khusus yang dirancang menguatkan sinyal ECG serta menolak potensi setengah sel *elektrode* pada tahap yang sama. Hal ini didukung dengan adanya penggunaan komponen sebagai pencegahan umpan balik arus tidak langsung. Pada sensor AD8232 ini menerapkan sistem pemfilteran *low pass filter*, *high pass filter*, dan *band pass filter*. Filter ini dipasangkan dengan arsitektur instrumentasi dari penguat untuk memungkinkan pemfilteran rendah dan tinggi dapat digunakan dalam satu proses. Modul ini dirancang untuk mengekstraksi, memperkuat, dan menyaring adanya sinyal biopotensial kecil pada kondisi bising, seperti yang diciptakan oleh gerakan atau penempatan *elektrode* jarak jauh. [23].

2.2.6 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan salah satu alat dalam pengembangan perangkat keras dengan memanfaatkan modul WiFi ESP82 yang dapat menghubungkan secara langsung antara perangkat dan internet. Modul ESP8266 sering digunakan untuk media mikrokontroler alternatif dalam pembuatan sebuah sistem. ESP8266 sering digunakan untuk membuat sistem monitoring untuk membantu kebutuhan manusia. NodeMCU ESP8266 juga dilengkapi dengan koneksi WiFi dan *port micro* USB untuk pemrograman pada modul NodeMCU ESP8266 untuk memproses data yang diterima langsung dari sensor yang terhubung pada ESP8266 tersebut serta sebagai daya untuk ESP8266. Modul ini menggunakan mikrokontroler ESP8266-12E dan memiliki spesifikasi tegangan input 3.3-5V, 13 pin GPIO, 10 kanal, 1 pin 10-bit ADC, 4 MB *flash memory*, *clock speed* 40 atau 26 atau 24 Mhz, USB *prt micr* USB, serta chip USB CH340G [24].



Gambar 2.9 Modul NodeMCU ESP8266 [24]

Pada Gambar 2.9 merupakan gambar model dari NodeMCU ESP8266. Komponen pendukung atau spesifikasi pada NodeMCU ESP8266 telah dikelompokkan sesuai dengan bagian bagian nya seperti pada Tabel 2.2 [25].

Tabel 2.2 Spesifikasi Modul NodeMCU ESP826 [25]

No	Nama	Keterangan
1.	<i>Mircoprocessor</i>	ESP8266
2.	<i>Processor Operating Voltage</i>	3.3 - 5V
3.	<i>Ukuran Board</i>	57 mm x 30 mm
4.	<i>Flash Memory</i>	4 MB
5.	GPIO	13 PIN
6.	Kanal PWM	10 Kanal
7.	10 bit ADC Pin	1 Pin
8.	<i>Clock Speed</i>	40atau26atau24 MHz
9.	WiFi	IEEE 802.11
10.	Frekuensi	2.4 GHz – 22.5 GHz
11.	USB Port	<i>Micro USB</i>
12.	<i>USB to Serial Converter</i>	CH340G

2.2.7 Low pass filter

Low pass filter (LPF) atau tapis lolos bawah merupakan salah satu jenis rangkaian pemfilteran pada sebuah frekuensi. Setiap rangkaian yang ada pada *filter* frekuensi memiliki fungsi dan karakteristik masing-masing yang tentu berbeda dengan rangkaian *filter* lainnya. Bentuk rangkaian dari *low pass filter* dapat dilihat pada Gambar 2.10. *Low pass filter* merupakan sebuah rangkaian pemfilteran

frekuensi yang berfungsi untuk membantu dalam meloloskan sinyal frekuensi rendah dan meredam pada sinyal frekuensi yang tinggi. Pada Persamaan (2.1) merupakan rumus dari pemfilteran *low pass filter* [26].

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad (2.1)$$

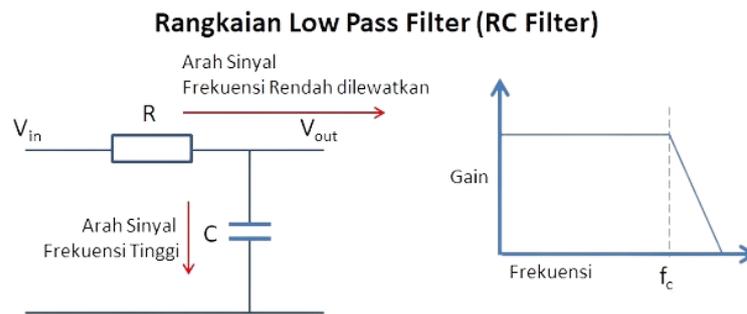
Keterangan :

f_c : Frekuensi (Hz)

R : Resistor

C : Kapasitor

π : 3.14



Gambar 2.10 Rangkaian *Low pass filter* [26]

2.2.8 *Fast fourier transform* (FFT)

Fast fourier transform (FFT) merupakan bagian dari salah satu pengolahan sinyal baik sinyal analog maupun digital. *Fast fourier transform* (FFT) ditemukan oleh seorang ilmuan yang bernama Joseph Fourier. Teori transformasi *fourier* merupakan sebuah metode yang dapat digunakan dengan cara mendekomposisi bagian dari sebuah gelombang *seismic* yang menjadi beberapa gelombang harmonik *sinusoidal*. Gelombang harmonik *sinusoidal* merupakan jenis gelombang periodik yang memiliki sifat *sinusoidal*, yang artinya bentuk gelombangnya berupa fungsi sinus atau cosinus. Transformasi *Fourier* yang digunakan untuk analisis sebuah sinyal atau data analog sinyal yang tersimpan, memiliki tujuan supaya sebuah sinyal dari *domain* waktu bisa menjadi sebuah sinyal dalam *domain* frekuensi. Hal ini dilakukan supaya perhitungan menjadi lebih mudah, apabila masih *domain* waktu maka perhitungannya akan sulit. Salah satu bentuk Transformasi *Fourier* adalah *Fast Fourier Transform* (FFT). Pada Persamaan (2.2) merupakan rumus dari *fast fourier transform* (FFT) [27].

$$Y(k) = \sum_{j=1}^n X(j)W_n^{(j-1)(k-1)} \quad (2.2)$$

Dimana:

$$W_n = e^{(-2\pi j)/n} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$Y(k)$: *ouput fast fourier transform (FFT)*

$X(j)$: sinyal input pada *domain* waktu

e : bilangan natural (2.71828)

n : banyaknya data

Pada Persamaan 2.2 merupakan rumus dari program FFT yang digunakan untuk menentukan titik frekuensi yang dibangkitkan. Pada rumus tersebut digunakan untuk menentukan titik *cut off* yang digunakan pada penelitian ini. pada rumus tersebut terdapat banyaknya nilai dimulai j dari angka 1 sampai banyaknya nilai n tersebut. Pada bagian $X(j)$ merupakan input an sinyal pada sinyal yang diperoleh. Pada bagian Persamaan 2.3 terdapat W_n yang merupakan bagian dari ketetapan bilangan natural sebesar 2.71828 yang dikalikan dengan rumus $(j-1)$ dan $(k-1)$. Sehingga, sinyal yang dikalikan dengan bilangan natural tersebut akan berubah *domain* dari *domain* waktu ke *domain* frekuensi. Maka hasil akhir dari proses perhitungan FFT tersebut diharapkan hasil sinyal yang sudah terbentuk atas hasil pembangkitan sinyal pada frekuensi tertentu [28].

2.2.9 Bahasa Pemrograman Python

Bahasa pemrograman *python* merupakan sebuah bahasa pemrograman interpretatif multiguna yang berfokus pada keterbacaan sebuah kode program. *Python* dikembangkan oleh Guido van Rossum dan pertama kali dirilis pada tahun 1991. Pemrograman bahasa *python* sangat familiar dan lebih sering digunakan sebagai bahasa pemrograman pilihan, karena *syntac* atau *library* yang digunakan banyak tersedia dan sebagai pemrograman paling populer di dunia, digunakan dalam berbagai aplikasi mulai dari pengembangan *web* hingga kecerdasan buatan. Logo *python* sangat identik dan dapat dilihat pada Gambar 2.11. Bahasa pemrograman *python* selaku bahasa yang mencampurkan kapabilitas, kemampuan, dengan sebuah sintaks kode yang sangat jelas dan dilengkapi dengan fungsionalitas standar yng besar serta mampu digunakan diberbagai unit yang membuat *python* sebagai salah satu bahasa pemrograman pilihan [29].



Gambar 2.11 Logo Bahasa Pemrograman *Python* [29]

Python menunjang bermacam paradigma sebuah pemrograman. Salah satu *fitur* yang ada di *python* adalah dapat manajemen memori otomatis. Bahasa pemrograman *python* bisa membantu pada keperluan pengembangan aplikasi serta bisa bekerja di bermacam *platform*. Pemrograman *python* saat ini dapat digunakan diberbagai *platform* sistem operasi antara lain *Linux* atau *Unix*, *Windows*, *Java Virtual Machine*, *Mac OS X*, *Amiga*, *Pal*, *Symbian* (merupakan sebuah produk Nokia), dan lain-lain [29].

2.2.10 Telegram

Sistem teknologi yang semakin berkembang terkait adanya sistem informasi yang dapat dimanfaatkan untuk bertukar informasi baik pesan, gambar, maupun dalam bentuk video. Salah satu penyedia layanan tersebut adalah telegram, seperti Gambar 2.12 merupakan logo dari aplikasi telegram. Sistem Bot merupakan sebuah sistem aplikasi dari pihak ketiga atau pembuat yang dapat dijalankan di dalam sistem aplikasi telegram. Adapun beberapa manfaat kegunaan dari bot telegram diantaranya Bot dapat digunakan sebagai pengingat pengguna terkait berita terkini atau disebut dengan *smart newspaper*, sistem Bot ini juga dapat membantu dalam layanan tambahan untuk *gmail*, gambar, video dan sebagainya. Sistem Bot juga dapat diperlukan sebagai penerima pembayaran atau notifikasi pengingat lain yang terhubung dengan aplikasi atau *device* tertentu [30].



Gambar 2.12 Logo Aplikasi telegram [30]