

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada tahun 2019 Penelitian yang dilakukan oleh Anderias Eko Wijaya, Rijal Bani Salam Sukarni dengan judul “Sistem *Monitoring* Kualitas Air Mineral Berbasis *Internet Of Things* (IoT) Menggunakan *Platform Node-Red* Dan Metode *Simple Additive Weighting* (SAW)”. membahas tentang monitoring kualitas air mineral berdasarkan keasaman air minum isi ulang dengan melalui metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Pada hasil penelitian ini yaitu dengan monitoring keasaman air minum menggunakan sensor pH Meter Dfrobot SKU SEN0161 untuk mendeteksi keasaman air kemudian melihat hasil perhitungan parameter *Simple Additive Weighting* (SAW) dan menghasilkan 6 tabel parameter yang menentukan kualitas air yang di uji. Tabel pertama ada Alternatif, alternatif merupakan tabel hasil input data yang di inputkan oleh user dari sensor, Tabel dua ada normalisasi, normalisasi merupakan tabel perhitungan yang mana dari hasil perhitungan akan menjadi suatu keputusan, Tabel tiga ada keputusan, keputusan merupakan tabel hasil perhitungan keseluruhan, perhitungan tersebut adalah rangkaian dari data monitoring, Tabel empat ada bobot, bobot merupakan nilai bobot untuk setiap parameter, dan tabel kelima ada keputusan yang disortir dari hasil metode SAW untuk mengurutkan nilai dari yang terbsesar sampai yang terkecil[3].

Pada tahun 2019 Penelitian yang dilakukan oleh Anggriawan Happy Kriswandaru, Sony Sumaryo, Faisal Budiman dengan judul “Perancangan Dan Implementasi Alat Uji Kualitas Air Mineral Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis “*Internet Of Things*”. membahas tentang monitoring kualitas air berdasarkan air mineral dengan melalui metode Kontrol Cerdas *Fuzzy Logic*. Pada hasil penelitian ini yaitu dengan mikrokontroler dengan *built-in analog to digital converter* (ADC), pH meter menghasilkan nilai pada setiap sensor di alat uji kualitas air mineral. Nilai yang didapatkan adalah nilai rata-rata pada setiap percobaan dilengkapi dengan nilai standar *deviasi*. Nilai tersebut dibandingkan dengan syarat-syarat kualitas air mineral yang sudah

ditentukan pada subbab 2.1 tentang kualitas air. Syarat yang harus dipenuhi antara lain nilai dari pH 6,5 – 8,5, nilai TDS 0 – 999 ppm, nilai suhu 10 oC – 25 oC, nilai resistansi untuk kejernihan air 0 - 500 ohm. monitoring keasaman air minum[4].

Pada tahun 2020 Penelitian yang dilakukan oleh Febrian Wahyu Christanto, Susanto, Basworo Ardi Pramono, Ilham Ardiyanto, Retomika Ryan Hidayatulloh dengan judul “NodeMcu Dan Kontrol Pengukuran pH Air Berbasis Android Untuk Menentukan Tingkat Kejernihan Pada Air Tawar”. membahas tentang pengukuran kejernihan air tawar melalui pH air dan suhu air. Pada hasil penelitian ini diperoleh melalui pengujian dapat disimpulkan sebagai bahwa sistem pengontrolan pH dan suhu air pada air tawar secara otomatis dapat dirancang dengan menggunakan NodeMCU dan sensor analog pH Air. Perangkat ini dapat diatur dengan nilai pH minimum dan maksimumnya sesuai dengan range pH yang dibutuhkan sehingga pH pada air tawar tetap terkontrol dan stabil pada nilai yang diinginkan untuk keperluan budidaya ikan. Dengan dioperasikan dengan smartphone Android yang mayoritas banyak penggunaannya dan aplikasi yang menarik serta mudah dalam penggunaan sehari-hari serta didukung dengan peralatan yang mudah didapat terbukti dengan hasil kuesioner kepuasan pengguna mencapai 57% setuju sistem ini dapat membantu menurunkan tingkat kematian ikan karena pH air dan suhu air yang tidak seimbang[5].

Pada tahun 2016 Penelitian yang dilakukan oleh Harum Cahyani, Harmadi, Wildian. dengan judul “Pengembangan Alat Ukur *Total Dissolved Solid* (TDS) Berbasis *Mikrokontroler* Dengan Beberapa Variasi Bentuk Sensor Konduktivitas”. membahas tentang kelayakan air untuk dikonsumsi dengan pengukuran memakai *total dissolved solid* (TDS). Pada Hasil pengukuran TDS dengan menggunakan sensor konduktivitas dengan tiga bentuk elektroda didapatkan hasil yang paling mendekati nilai pada alat acuan adalah sensor konduktivitas elektroda berbentuk plat tipis. *Error* yang didapatkan untuk masing-masing bentuk elektroda silinder pejal, silinder berongga dan plat tipis berturut-turut adalah 6,65%, 8,69% dan 3,83%.

Perubahan temperatur dalam air minum kemasan (dari 25°C hingga 84°C) menyebabkan nilai TDS berfluktuasi antara 18 ppm hingga 24 ppm[6].

Pada tahun 2021 Penelitian yang dilakukan oleh Andi Yulia Muniar, Mahyuddin Miftahul Khair, dengan judul “Sistem Monitoring Air Layak Konsumsi Menggunakan Sensor PH meter, TDS dan LDR berbasis *arduino*”. membahas tentang merancang dan membangun alat monitoring air layak konsumsi berbasis *Arduino* dengan memakai beberapa pengukuran pH meter, *Total Dissolve Solid (TDS)* dan *Light Dependent Resistor (LDR)*. Pada hasil pengujian ketiga sensor oleh beberapa jenis air, dapat disimpulkan bahwa ketika sensor pH, TDS, dan LDR masing-masing mendeteksi nilai yang memenuhi standar kelayakan maka air tersebut layak untuk dikonsumsi, ditandai dengan tampilan layar yang harus memenuhi kode “o” dari ketiga sensor, sehingga kondisi air akan tetap mengalir, jika salah satu dari nilai deteksi tidak memenuhi standar yang sudah ditentukan maka tampilan layar menampilkan kode “x” yang berarti air tidak layak dikonsumsi, sehingga kondisi air tidak mengalir[7].

Berdasarkan beberapa penelitian diatas maka akan dilakukan penelitian yang membahas tentang monitoring kualitas air minum isi ulang. Kualitas air minum akan dilakukan menggunakan sensor pH dan sensor total dissolved solid (TDS). Beberapa sensor yang ada pada jurnal tidak dipakai dan hanya mengambil dua buah sensor. Pengambilan dua buah sensor yang ada pada penelitian dikarenakan jurnal yang dipakai banyak membahas tentang kualitas air minum dengan sensor pH dan sensor total dissolved solid (TDS). Pada sistem monitoring ini juga melakukan pengujian QoS untuk mengetahui kemampuan suatu jaringan yang dipakai. Parameter QoS yang dipakai yaitu Throughput , Delay dan Packet Loss berdasarkan standar TIPHON.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 *Internet of Things (IoT)*

Penggunaan teknologi *Internet of Things (IoT)* dalam mendesain perangkat meningkat dengan cepat. Penerapan dalam teknologi IoT sudah hadir dalam beberapa aspek seperti monitoring, pertanian, industry, *smart home*, *smart cities dll*. *Internet of Things (IoT)* sendiri merupakan sebuah

konsep pertukaran informasi yang memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dari beberapa perangkat dan juga dapat saling berinteraksi. Teknologi IoT membutuhkan konsumsi daya yang rendah atau masa pakai baterai yang panjang, jangkauan jarak yang jauh, kecepatan data bagus, latensi rendah dan biaya rendah[8].

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang dapat diaplikasikan untuk mempermudah kehidupan masyarakat. dimana semua peralatan elektronik yang dihubungkan dengan jaringan internet dapat digunakan dari jarak yang cukup jauh karena dapat disambungkan dengan jaringan lokal dan global melalui sensor yang ada pada device.

2.2.2 Kualitas Air Mimum

Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Tiga per empat bagian tubuh manusia terdiri dari air. Manusia tidak dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa minum air. Air juga merupakan zat yang paling parah akibat pencemaran. Penyakit-penyakit yang menyerang manusia dapat ditularkan dan disebarkan melalui air. Penyakit-penyakit tersebut merupakan akibat semakin tingginya kadar pencemar yang memasuki air[1].

Pengadaan air bersih untuk keperluan air minum, harus memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan oleh pemerintah. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan secara fisika, mikrobiologi, kimia, dan radio aktif. Parameter wajib penentuan kualitas Ph air minum skala yang sesuai standar kesehatan adalah 6,5 s/d 8,5 dan parameter kulaitas air pada parameter *Total Dissolved solid* (TDS) sesuai standar kesehatan adalah maksimal 500 mg/l[7].

2.2.3 pH air

Kadar Keasaman (pH) adalah tingkatan yang menunjukkan asam atau basa nya suatu larutan yang diukur pada skala 0 s/d 14. Untuk PH air minum skala yang sesuai standar kesehatan adalah 6,5 s/d 8,5, jika dibawah 6,5 maka dikatakan air tersebut bersifat asam dan diatas 8,5 adalah basa. Tinggi atau

rendahnya PH air dipengaruhi oleh senyawa / kandungan dalam air tersebut. PH air minum yang sesuai standar DEPKES adalah antara 6,5 s/d 8,5[9].



Gambar 2. 1 Gambar Nilai pH [9]

2.2.4 Sensor pH

Modul sensor pH terdiri dari sensor PH yang juga disebut sebagai probe PH dan Papan Pengkondisi Sinyal yang memberikan *output* yang sebanding dengan Nilai PH dan dapat dihubungkan langsung ke *Mikrokontroler*.

Komponen sensor pH biasanya digabungkan menjadi satu perangkat yang disebut kombinasi pH. elektroda. Elektroda pengukur biasanya kaca dan cukup rapuh. Perkembangan terbaru telah menggantikan kaca dengan sensor solid-state yang lebih tahan lama. Preamplifier adalah perangkat pengkondisi sinyal. Dibutuhkan sinyal elektroda pH impedansi tinggi dan mengubahnya menjadi sinyal impedansi rendah yang dapat diterima oleh penganalisis atau pemancar. Preamplifier juga memperkuat dan menstabilkan sinyal, sehingga kurang rentan terhadap gangguan listrik[10].

Probe pH dan ORP keduanya digunakan untuk mengukur intensitas asam dari larutan cair. Sebuah probe pH mengukur keasaman pada skala dari 0 sampai 14, dengan 0 yang paling asam dan 14 yang paling basa. Demikian pula, probe Oksidasi-Reduksi Potensi (ORP) mengembalikan tegangan sebanding dengan kecenderungan solusi untuk mendapatkan atau kehilangan elektron dari zat lain (yang terkait langsung dengan pH suatu zat)[10].

Penghitungan increment nilai sensor pH, jika nilai analog yang keluar pada sensor pH memiliki nilai interval dari voltage tegangan mencapai 9 point, maka akan di ulang ke 1. Penghitungan increment nilai sebagai

pembandingan yang berhubungan dengan temperatur. jika nilai analog lebih besar dari nilai increment maka :

1. Temperatur bernilai nilai analog,
2. Nilai analog bernilai nilai increment,
3. Nilai increment bernilai temperature,

Point 1,2 dan 3 berlaku jika pin temperatur pada Ph sensor aktif. variable nilai rata-rata bacaan sensor default 0, penghitungan nilai increment sebagai batas variable dan nilai rata - rata bacaan sensor ditambahkan nilai dari variable increment secara kontinyu. Selanjutnya mencari nilai voltase terhadap pembacaan pH, .Nilai voltase yang didapatkan akan dirubah menjadi nilai pH. Jika nilai telah selesai nilai akan diprint dan di konversi sebagai nilai pH.

$$\text{Nilai voltase} = \frac{\text{nilai analog} \times 5}{\left(\frac{1024}{6}\right)} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\text{Nilai pH} = -5.70 \times \text{nilai voltase} + 21.34 \dots \dots \dots (2.2)$$

Tabel 2. 1 Nilai pH [10]

| Kadar pH | Tingkat Keasaman |
|-----------|------------------|
| 0 - 6,4 | Asam |
| 6,5 - 7,5 | Netral |
| 7,5 – 14 | Basa |



Gambar 2. 2 Sensor pH C-201-C [10]

Pada gambar 2.1 merupakan probe sensor pH dan pada gambar 2.5 merupakan modul BNC sensor pH-E201C. Berikut beberapa spesifikasi- spesifikasi yang terdapat pada sensor pH dan Modul E201C:

Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor pH-E201C [10]

| NAMA | SPESIFIKASI |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Input supply voltage</i> | 5V |
| <i>Working current</i> | 5-10mA |
| <i>Detection concentration range</i> | PH 0-14 |
| <i>Detection range of temperature</i> | 0-80 degC |
| <i>Response Time</i> | ≤ 5S |
| <i>Stability Time</i> | ≤ 60S |
| <i>Output</i> | Analog |
| <i>Power Consumption</i> | ≤ 0.5W |
| <i>Working Temperature</i> | -10 to +50 deg C |
| <i>Working Humidity</i> | 95% RH (nominal humidity 65% RH) |
| <i>Weight</i> | 25g |
| <i>PCB Dimension</i> | 42mm x 32mm x 20mm |

2.2.5 Total Dissolved Solid (TDS)

Total Dissolved Solid (TDS) menunjukkan bahwa berapa miligram padatan terlarut yang terlarut dalam satu liter air. Secara umum, semakin tinggi nilai TDS, semakin banyak padatan terlarut terlarut dalam air, dan semakin kurang bersih airnya. Oleh karena itu, nilai TDS dapat dijadikan salah satu acuan untuk mencerminkan kebersihan air[11].

TDS adalah peralatan yang banyak digunakan untuk mengukur nilai TDS. Harganya terjangkau, dan mudah didapat digunakan, tetapi tidak dapat mengirimkan data ke sistem kontrol untuk pemantauan online untuk melakukan air analisis kualitas. *Instrumen profesional* memiliki akurasi tinggi dan dapat mengirim data ke kontrol sistem, tetapi harganya mahal untuk orang biasa. Untuk tujuan ini, kami telah meluncurkan *analog Kit sensor TDS* yang kompatibel dengan *Arduino, plug and play*, mudah digunakan. Mencocokkan dengan *Arduino controller*, Anda dapat membangun detektor TDS dengan mudah untuk mengukur nilai TDS cairan[11].

Produk ini mendukung input tegangan lebar 3.3 ~ 5.5V, dan *output* tegangan analog 0 ~ 2.3V, yang membuatnya kompatibel dengan sistem atau papan kontrol 5V atau 3.3V. Sumber eksitasi adalah sinyal AC, yang secara efektif dapat mencegah probe dari polarisasi dan memperpanjang umur probe, sementara itu, tingkatkan stabilitas sinyal keluaran. Probe TDS tahan air, bisa jadi direndam dalam air untuk waktu yang lama pengukuran. Produk ini dapat digunakan dalam aplikasi kualitas air, seperti air domestik, hidroponik. Dengan produk ini, Anda dapat dengan mudah membuat detektor TDS untuk mencerminkan kebersihan air untuk melindungi Anda kesehatan[11].

Pembacaan TDS setiap 40 milidetik, baca nilai analog dari ADC dan baca nilai analog untuk disimpan ke dalam buffer. Pembaca nilai analog dirubah dengan algoritma penyaringan median, dan mengkonversi ke nilai tegangan. Setelah itu nilai tegangan dikompensasi rumus suhu untuk merubah nilai tegangan menjadi nilai TDS.

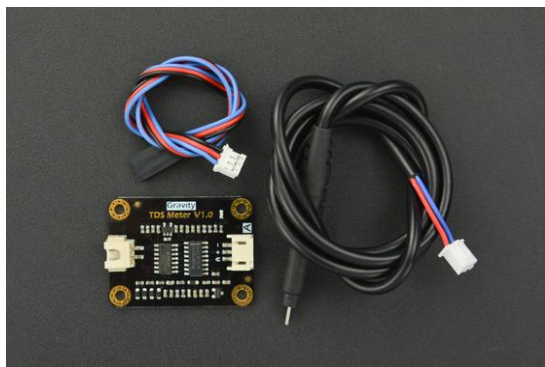
$$Kompensasi\ Suhu = \frac{\text{nilai tegangan}}{(1.0 + 0.02 \times (\text{temperatur} - 25.0))} \dots \dots \dots (2.3)$$

Sensor Total Dissolved Solid (TDS) banyak digunakan untuk mengukur kadar larutan nutrisi hidroponik agar sesuai dengan kebutuhan industri pertanian untuk mengukur kualitas ppm di tanah. Seperti yang kita tahu, kebutuhan ppm setiap tanaman berbeda-beda. TDS juga digunakan untuk mengukur kualitas air minum atau air mineral yang akan di konsumsi oleh seseorang dan mempunyai batas standarisasi besaran ppm untuk suatu kualitas air mineral

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor Total Disscued solid (TDS) [11]

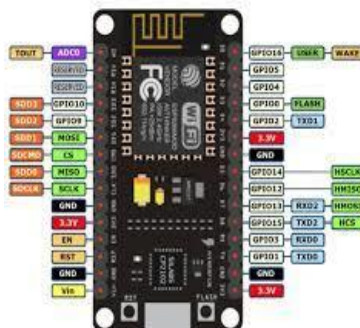
| NAMA | SPESIFIKASI |
|------------------------|-------------|
| <i>Input Voltage</i> | 3.3 - 5.5V |
| <i>Output Voltage</i> | 0 - 2.3V |
| <i>Output Voltage</i> | 3 - 6mA |
| <i>Working Current</i> | 0 - 1000ppm |

| NAMA | SPESIFIKASI |
|---------------------------------|-------------------------|
| <i>TDS Measurement Range</i> | ± 10% F.S. (25 JH) |
| <i>TDS Measurement Accuracy</i> | 42 X 32mm |
| <i>Module Size</i> | PH2.0-3P |
| <i>Electrode Interface</i> | XH2.54-2P |
| <i>Number Of Needle</i> | 2 |
| <i>Total Length</i> | 83 cm |
| <i>Connection Interface</i> | XH2.54-2P |
| <i>Colour</i> | Black |
| <i>Other</i> | <i>Waterproof Probe</i> |



Gambar 2. 3 Sensor *Total Dissolved Solid* (TDS) [11]

2.2.6 NodeMCU ESP8266



Gambar 2. 4 NodeMCU ESP8266 [12]

NodeMCU ESP8266 adalah *mikrokontroler* dengan modul *wifi* ESP8266 terpasang didalamnya, NodeMCU sama seperti *Arduino*,

namun memiliki kelebihan *WiFi built-in* tetapi jumlah portnya lebih sedikit dari *Arduino*. Aplikasi *Arduino 11* berfungsi untuk menginput program ke dalam NodeMCU, bahasa pemrograman di NodeMCU adalah C++. Pada NodeMCU versi 1.0, ESP8266 yang digunakan adalah jenis ESP[12].

Tabel 2. 4 Spesifikasi NodeMCU ESP 8266 [12]

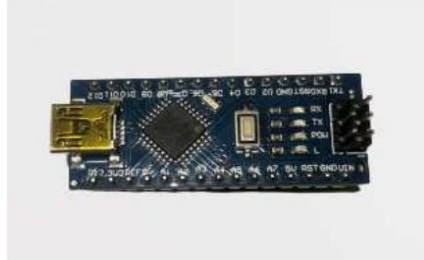
| NAMA | SPESIFIKASI |
|------------------------|-------------------|
| <i>Mikrokontroller</i> | ESP8266 |
| Ukuran Board | 57 mmx 30 mm |
| Tegangan Input | 3.3 ~ 5V |
| <i>GPIO</i> | 13 PIN |
| <i>Kanal PWM</i> | 10 Kanal |
| <i>10 bit ADC Pin</i> | 1 Pin |
| <i>Flash Memory</i> | 4 MB |
| <i>Clock Speed</i> | 40/26/24 MHz |
| <i>WiFi</i> | IEEE 802.11 b/g/n |
| <i>Frekuensi</i> | 2.4 GHz –22.5 Ghz |
| <i>USB Port</i> | Micro USB |
| <i>USB to Serial</i> | Converter CH340G |

2.2.7 Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah *mikrokontroller* yang bersifat *open source*. *Open source* adalah aplikasi dan *Hardware* bersifat terbuka, sehingga dapat dengan bebas digunakan, menyebarluaskan dan mengembangkan aplikasinya secara gratis. *Arduino nano* adalah papan pengembangan *mikrokontroller* yang berbasis *chip Atmega328P* dengan bentuk yang lebih kecil. *Arduino nano* tidak memiliki jack *power* DC dan pemrogramannya menggunakan USB mini tipe B. *Spesifikasi arduino nano*[13]:

1. Menggunakan *chip Atmega328p* atau *Atmega168*.
2. Tegangan operasi 5V.
3. Tegangan *input* 7V-12V.
4. Terdapat pin digital i/o 14 buah dan 6 diantaranya *output* PWM.

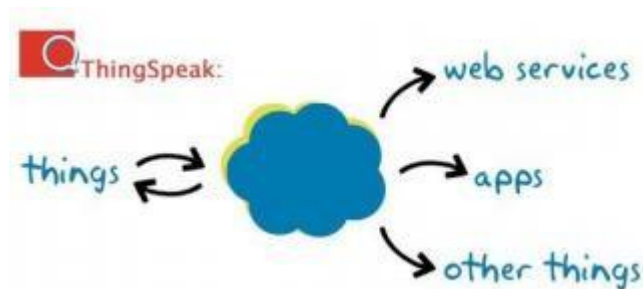
5. 8 pin input *analog resolusi* 1024 bit.
6. 20 MA aurs DC per pin I/O.
7. *Flash memory* 32 KB pada *Atmega328*.
8. *16MHz Clock Speed*.
9. Ukuran 1.85cm x 3.3 cm.



Gambar 2. 5 Arduino Nano [13]

2.2.8 Thingspeak

Thingspeak merupakan sebuah layanan internet yang menyediakan layanan untuk pengaplikasian Internet of Things. Thingspeak merupakan layanan yang berisi aplikasi dan API yang bersifat open source untuk menyimpan dan mengambil data dari berbagai perangkat yang menggunakan Hypertext Transfer Protocol (HTTP) melalui Internet atau melalui Local Area Network (LAN). Dengan menggunakan Thingspeak, seseorang dapat membuat aplikasi logging sensor, aplikasi pelacakan lokasi, dan jaringan sosial dari segala sesuatu yang terhubung ke internet dengan pembaruan status [14].



Gambar 2. 6 Tampilan *Thingspeak*[14]

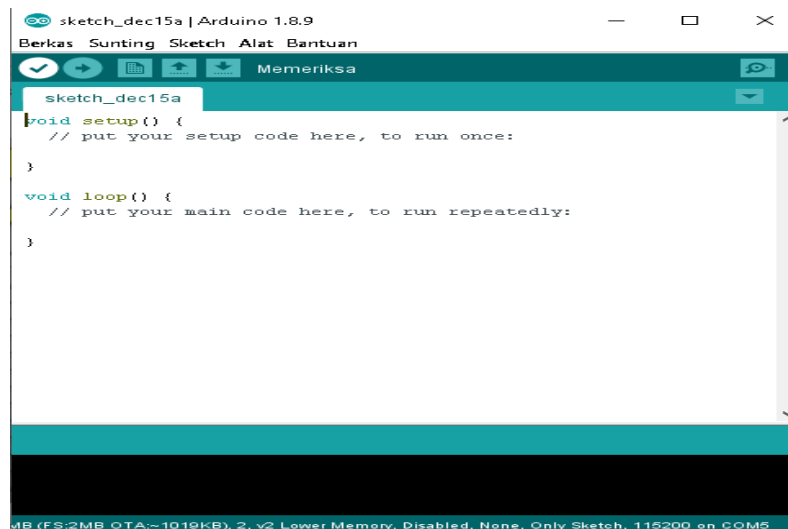
Thingspeak, mempermudah seseorang agar dapat menggunakan pembaruan status untuk membuat aplikasi logging sensor, aplikasi pelacakan lokasi, dan media sosial yang bisa terhubung ke Internet. Platform Thingspeak IoT menyediakan aplikasi untuk menganalisis dan visualisasi

data. Data sensor dapat dikirim ke Thingspeak dari Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black dan perangkat keras lainnya.

2.2.9 Software Arduino IDE

Perangkat lunak Arduino Integrated Development Environment (IDE) adalah sebuah perangkat lunak yang dapat memudahkan dalam mengembangkan aplikasi mikrokontroler. Software Arduino IDE memiliki fungsi yaitu menulis source program, kompilasi, upload hasil kompilasi, dan uji coba secara terminal. Arduino dapat dijalankan di komputer dengan berbagai platform karena didukung atau 15 berbasis Java. Program sumber dari aplikasi mikrokontroler adalah C / C ++ yang dapat digabungkan dengan assembly[15].

Selain Arduino IDE sebagai intinya, bootloader juga merupakan inti dari Arduino lainnya. Bootloader adalah program kecil yang akan dijalankan setelah mikrokontroler dinyalakan. Bootloader ini digunakan sebagai monitor aktivitas yang dibutuhkan oleh Arduino. Jika dalam IDE terdapat file hasil kompilasi yang akan diupload, bootloader secara otomatis menyambungnya untuk disimpan dalam memori program. Jika pada saat awal mikrokontroler bekerja, bootloader akan mengeksekusi program aplikasi yang telah diupload sebelumnya. Jika IDE ingin mengupload program baru, bootloader akan segera menghentikan eksekusi program dan menerima data program untuk selanjutnya diprogram dalam memori program mikrokontroler [15].

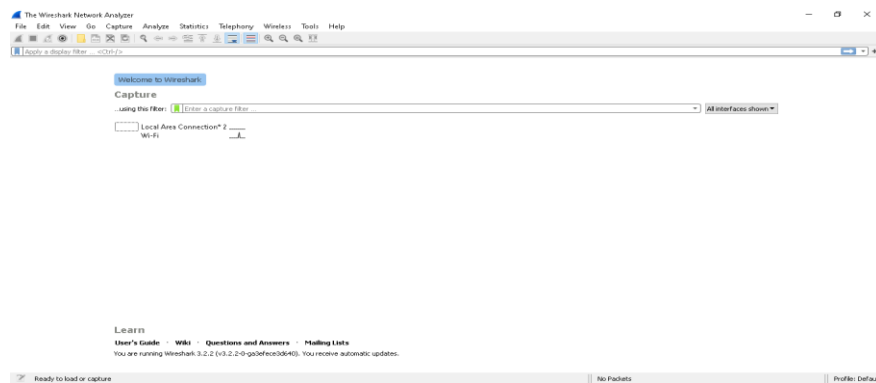


Gambar 2,7 Tampilan Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak (software) yang digunakan untuk membantu memasukan kode program ke sebuah mikrokontroler dan untuk menghubungkan sensor dan perangkat iot lainnya yang terhubung langsung dengan mikrokontroler.

2.2.10 *Wireshark*

Wireshark adalah program Network Protocol Analyzer yang berguna untuk penganalisis jaringan yang banyak digunakan oleh administrator jaringan untuk menganalisis kinerja jaringan[16]. *Wireshark* mampu menangkap data / informasi dalam jaringan dan memaketkannya sehingga kita dapat menganalisis data untuk berbagai keperluan, diantaranya:



Gambar 2.8 Tampilan *Wireshark*

1. Troubleshooting masalah di jaringan.
2. Men-debug implementasi protokol jaringan dalam software Sniffer “ data-data privasi di jaringan.
3. Dapat mempelajari protokol jaringan secara detail.

Wireshark melogikakan atau memikirkan sebuah jobsheet team packet analyzer jaringan sebagai alat ukur yang digunakan untuk memeriksa apa yang terjadi di dalam jaringan[16].

2.2.11 **Parameter QoS**

Quality of Service atau QoS adalah kemampuan yang digunakan untuk berbagai macam baik aplikasi, pengguna maupun aliran data sebagai penjamin tingkat pada kinerja yang ada pada aliran data. *Quality of Service* sendiri memiliki tujuan sebagai penyedia kualitas pada layanan yang ada dalam jaringan IP, sebagai contoh untuk menyediakan *bandwidth* khusus, menurunkan paket-paket yang hilang, menurunkan waktu tunda dan variasi

waktu tunda di dalam proses transmisinya[17]. Berikut yang merupakan beberapa parameter yang ada pada QoS :

a. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama[17]. *Delay* terjadi akibat adanya proses transmisi dari suatu titik awal menuju titik lainnya. Dan untuk menghitung nilai rata rata pada *delay* dengan cara melihat waktu lalu lintas pada saat pengiriman data dan penerima data. Adapun standarisasi delay menurut (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks) TIPHON dan Untuk mencari nilai Delay, dapat menggunakan Persamaan

$$delay = \frac{packet\ Length}{Link\ bandwidth} \dots\dots\dots (2.4)$$

Table 2.5. Standarisasi Delay

| Kategori Lantency | Besar Delay | Indeks |
|-------------------|----------------|--------|
| Sangat Bagus | <150 ms | 4 |
| Bagus | 150 s/d 300 ms | 3 |
| Sedang | 300 s/d 450 ms | 2 |
| Jelek | >450 ms | 1 |

b. Throughput

Throughput adalah jumlah total kedatangan paket yang berhasil dan diamati pada waktu tertentu dibagi dengan durasi interval waktu tersebut. *Throughput* dapat diartikan kecepatan *transfer* data efektif yang diukur dalam satuan *bit per second* (bps)[17]. Adapun standarisasi Jitter menurut (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks) TIPHON dan Secara matematis dituliskan standar TIPHON untuk *throughput*.

$$Throughput = \frac{paket\ diterima}{Lama\ pengamatan} \dots\dots\dots (2.5)$$

Table 2. 6 Standarisasi Throughput

| Kategori throughput | Throughput (bps) | Indeks |
|---------------------|------------------|--------|
| Sangat Bagus | 100 | 4 |
| Bagus | 75 | 3 |
| Sedang | 50 | 2 |
| Jelek | >25 | 1 |

c. Packet Loss

Packet Loss adalah parameter yang menunjukkan kondisi dimana jumlah total paket hilang akibat paket saling bertabrakan (*collision*) dan kemacetan pada saat pengiriman paket (*congestion*). Adapun standarisasi Jitter menurut (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks) TIPHON dan jaringan Persamaan perhitungan *packet loss* secara matematis dituliskan dengan standar TIPHON untuk *packet loss*[17].

$$Packet\ Loss = \frac{paket\ dikirim - paket\ diterima}{paket\ dikirim} \times 100\% \dots\dots(2.6)$$

Table 2. 7 Standarisasi Packet Loss

| Kategori Packet Loss | Packet Loss | Indeks |
|----------------------|-------------|--------|
| Sangat Bagus | 0% | 4 |
| Bagus | 3% | 3 |
| Sedang | 15% | 2 |
| Jelek | 25% | 1 |