

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Air limbah mempunyai sifat-sifat yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu: sifat fisik sifat kimiawi dan sifat biologis [1]. Adapun cara pengukuran yang dilakukan pada setiap jenis dari sifat-sifat tersebut dilakukan dengan cara yang berbeda-beda sesuai dengan keadaannya. Analisis jumlah dan satuan biasanya diterapkan untuk menelaah bahan kimianya, sedangkan analisis menggunakan penggolongan, banyak diterapkan untuk kandungan biologinya .

Buku pedoman teknis instalasi pengolahan air limbah yang menggunakan sistem biofilter anaerob aerob pada fasilitas pelayanan Kesehatan [5]. Buku pedoman ini bertujuan untuk menjadi standarisasi dalam pembuatan IPAL dimana terdapat peraturan umum serta terdapat beberapa parameter yang harus dicapai oleh IPAL tersebut dalam mengelola air limbah, dan bagaimana operasional dan perawatan untuk IPAL tersebut.

Kualitas limbah cair dirumah sakit umum daerah Tulehu. Pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang kualitas limbah air yang tinjau berdasarkan parameter BOD5, COD, pH, suhu dan MPN Coliform pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) rumah sakit. Hasil dari uji laboratorium dibandingkan dengan keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 58/MENLH/12/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit [6].

Sistem otomatisasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan monitoring secara *realtime* menggunakan ATMega2560 yang dihubungkan dengan ESP8266 lalu di intergrasikan menggunakan *Internet of Thing* dengan memonitor melalui media *smartphone* maupun PC. Untuk data sensor juga dapat dilihat secara *realtime* melalui layer LCD pada panel serta dapat dilihat dalam bentuk grafik melalui media *smartphone* maupun PC yang dapat dilihat dimanapun dan kapan pun melalui jaringan internet dengan bantuan modul ESP8266 yang diintergrasikan melalui *Wi-Fi* sebagai *accesspoint* [7].

Teknologi *wireless sensor network* yang digunakan untuk memonitoring kadar limbah air [8]. Pada penelitian ini menggunakan teknologi *Internet of Thing* untuk membantu dalam mempermudah memantau kadar pH, suhu, dan kekeruhan

air dengan menggunakan sensor pH meter air, *DS18B20* dan *Turbidity*. Dari ketiga sensor tersebut dikumpulkan melalui *sensor node* lalu dikirimkan ke *gateway*, pengujian penelitian ini menggunakan *Quality of Service* yang berguna untuk mengetahui kecepatan jaringan saat pengiriman sinyal.

## **2.2 DASAR TEORI**

### **2.2.1 Air Limbah Kesehatan**

Air limbah Kesehatan adalah air yang dihasilkan dari proses penggunaan dan pembuangan pelayanan Kesehatan [5]. Terdapat beberapa jenis air limbah rumah sakit yaitu air limbah domestik yang berisikan air buangan dari kamar mandi, dapur, serta air bekas mencuci baju, lalu ada air limbah klinis dimana air ini berisikan air yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit misalnya air bekas pencucian luka, pencucian darah dan lain lain, lalu ada air limbah laboratorium yang berasal dari kegiatan laboratorium dan lain lainnya.

Air limbah yang berasal dari domestik maupun limbah air klinis umumnya memiliki senyawa pencemar organik yang cukup tinggi, lalu pada air limbah yang berasal dari laboratorium memiliki kandungan logam berat, maka dari itu dibutuhkannya IPAL untuk *men-filter* air limbah tersebut.

### **2.2.2 Parameter Limbah Cair Pada Rumah Sakit**

pH adalah nilai derajat keasaman pada sebuah larutan yang digunakan sebagai nilai keasaman atau basa pada suatu cairan *rate* pH dimulai dari 0 sampai 14 dimana jika nilai  $pH = 7$  maka cairan tersebut bersifat netral, jika  $pH > 7$  maka cairan tersebut bersifat basa tetapi jika nilai  $pH < 7$  maka cairan tersebut bernilai asam. Berdasarkan peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001 (PP RI No.82 Th.2001) tentang baku mutu limbah cair nilai maksimum pH yaitu 6,0 hingga 9,0 [9].

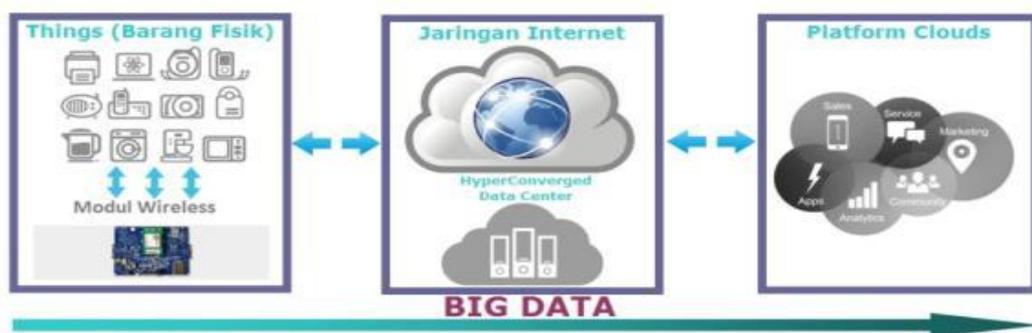
*Total Dissolved Solid* atau padatan terlarut adalah sekumpulan padatan yang memiliki ukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi [10]. Pada padatan ini tidak bersifat beracun pada perairan, tetapi jika tingkatnya terlalu tinggi menyebabkan perairan keruh dan menyebabkan cahaya matahari masuk kedalam perairan hingga dapat mempengaruhi biota dan tanaman pada perairan tersebut.

*Electrical Conductivity* atau yang biasa disingkat EC yaitu sebuah parameter yang digunakan untuk mengetahui konsentrasi ion-ion yang terdapat pada cairan tersebut, apabila terlalu banyak maka akan tinggi nilai EC. Ion-ion yang dimaksud adalah cairan yang dapat menghantarkan listrik yang terkandung didalam air [11].

### 2.2.3 *Internet of Things (IoT)*

*Internet of Things* adalah perluasan sebuah konsep yang menggunakan konektivitas internet sebagai jembatan untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya menggunakan sensor yang terintegrasi oleh internet, sehingga memungkinkan untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independent. IoT bertujuan untuk berkomunikasi antar benda di dunia nyata dengan dunia bahasa komputer dengan harapan memudahkan atau meringankan setiap pekerjaan manusia.

Prinsip kerja *Internet of Things* sederhana yaitu mengacu kepada 3 elemen utama pada arsitektur IoT yaitu barang fisik yang dilengkapi modul IoT, perangkat yang terkoneksi dengan internet dan *cloud data center* yang digunakan sebagai penyimpanan *database* dan aplikasi. Cara kerja *Internet of Things* yaitu dengan memanfaatkan argumentasi yang berasal dari setiap perintah argumen, dimana setiap argumen menghasilkan suatu interaksi antara sesama perangkat yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dalam jarak berapapun.



Gambar 2.1 Cara Kerja IoT [12].

### 2.2.4 *Long Range (LoRa)*

*Long Range* atau LoRa merupakan sistem telekomunikasi yang dapat mengirim data dengan *rate* yang rendah serta memiliki kemampuan transmisi data

dengan jarak tempuh yang jauh dengan konsumsi energi yang kecil [13]. Definisi lain LoRa merupakan sebuah *interface* telekomunikasi dalam bidang *Internet of (IoT) Things*, LoRa sendiri memiliki protokol untuk melakukan komunikasi antar perangkat *end node* dengan *gateway*. pada strustruktur OSI *layer*, protokol LoRa merupakan penghubung *layer physical* hingga *layer network*.

### 2.2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sistem komputer yang mempunyai beberapa tugas yang spesifik, dalam arti lain mikrokontroler adalah suatu kesatuan sistem komputer yang dikemas dalam satu *chip* IC [14]. Elemen mikrokontroler tersebut diantaranya adalah proses, memori, dan *input/output*.

Mikrokontroler telah banyak digunakan di berbagai industri mulai dari peralatan elektronik hingga peralatan rumah tangga seperti mesin cuci, dikarenakan bentuknya yang kecil membuat peletakannya lebih *flexible*. Mikrokontroler juga dapat digunakan sebagai pengendali sederhana, contohnya dalam dunia medis dan pengaturan lalu lintas. Mikrokontroler juga diterapkan dalam industri otomotif yaitu digunakan sebagai pengatur kelistrikan pada kendaraan yang sudah menggunakan teknologi injeksi.

#### 2.2.5.1 Cosmic LoRa RaY



Gambar 2.2 Cosmic LoRa Ray [15].

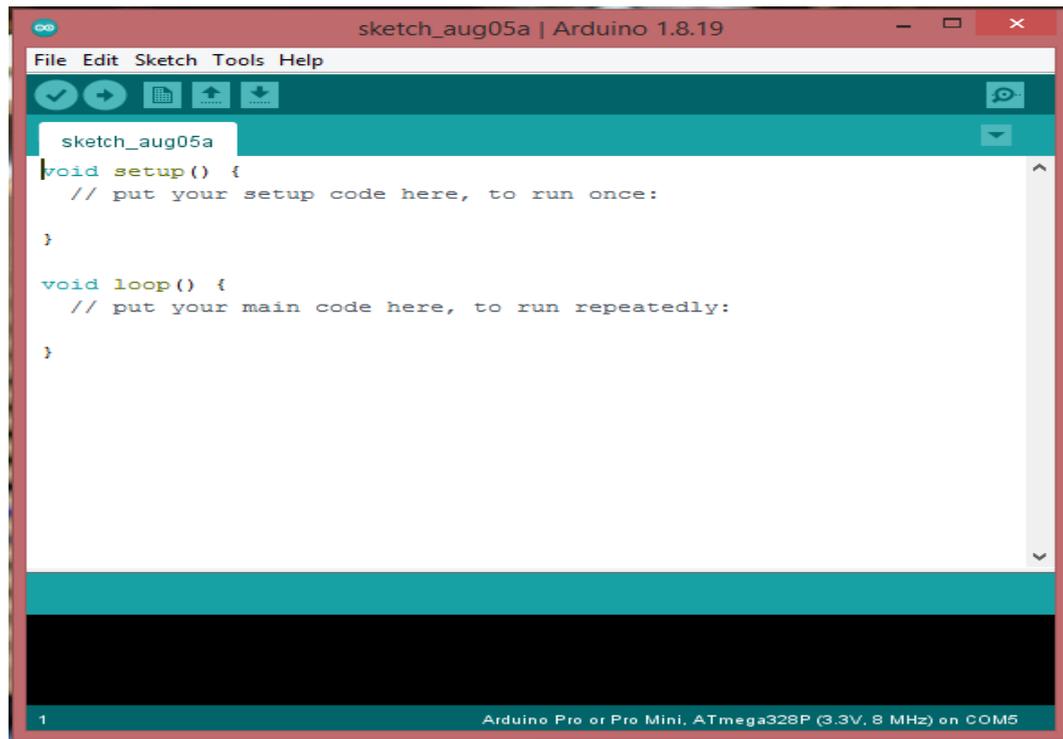
Cosmic LoRa Ray adalah papan *board* yang diciptakan untuk memudahkan setiap kegiatan atau proyek manusia [15]. Papan *board* ini dilengkapi oleh mikrokontroler ATmega 328, dalam papan *board* ini sudah dilengkapi oleh modul LoRa dari RFM95W, untuk spesifikasinya dijelaskan pada berikut.

1. *Bootloader*: ARDUINO PRO MINI 3.3V 8MHz
2. *LoRa Chip*: RFM95 915MHz
3. *Supporting Frequency*: 915-925MHz
4. Antena: 3 dBi
5. Mikrokontroler: Atmega328 3.3V 8 MHz (*Low Power*)
6. *Max Current*: 1A
7. *Charge IC*: MCP73831
8. *Input Voltage*: Battery 3.7-4.2V
9. *Charging Rate*: 200mA.

#### **2.2.6 Arduino IDE**

Arduino IDE atau (*Intergrated Development Environment*) adalah *software* yang digunakan untuk membuat *sketch* pemrograman atau media untuk pemrograman pada *board* yang ingin deprogram [16]. Arduino IDE berfungsi untuk mengedit, membuat, mengupload, memprogram ke *board* yang digunakan. Untuk *board* yang dapat diakses atau di program melalui Arduino IDE yaitu Arduino uno, Arduino nano, Arduino genio, heltech ESP32, nodeMCU, dan sejenisnya. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan *library* C/C++(*wiring*), yang membuat operasi *input/output* lebih mudah. *Software* Arduino IDE terbagi oleh tiga bagian yaitu.

1. *Editor* program, digunakan untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*, *listing* program pada Arduino IDE disebut *sketch*
2. *Compiler*, berfungsi sebagai modul yang mengubah bahasa *processing* (kode program) menjadi kode *biner*, kode *biner* merupakan kode yang dipahami oleh mikrokontroler
3. *Uploader*, modul yang berfungsi memasukan kode *biner* ke dalam memori mikrokontroler



Gambar 2.3 Tampilan Awal Arduino IDE [16].

### 2.2.7 Sensor

Sensor yaitu sebuah alat yang digunakan mengukur sebuah energi di dalam sebuah transmisi dan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk lainnya untuk di proses ke transmisi lainnya. Berdasarkan *variable* inderanya sensor dibagi menjadi dua yaitu sensor kimia dan sensor fisika [17].

Sensor kimia merupakan sensor yang dapat mendeteksi nilai kimia dengan merubahnya menjadi besaran listrik berdasarkan reaksi dari kimianya, contohnya sensor pH, oksigen, gas, dan lain lain sedangkan sensor fisika adalah sensor yang mendeteksi besaran yang berasal dari hukum hukum fisika contohnya sensor suhu, cahaya, tekanan, dan lainnya.

#### 2.2.7.1 Sensor pH Meter

Sensor pH berfungsi sebagai sensor pengukur kadar pH yang terkandung dalam air, kadar pH sangat berpengaruh pada kehidupan biota air mulai dari tanaman hingga hewan. Cara kerja sensor pH yaitu semakin banyak *electron* yang terdeteksi pada sensor tersebut maka nilai cairan tersebut menjadi asam tetapi jika

hanya sedikit yang terdeteksi pada sensor tersebut maka nilainya akan menjadi basa.

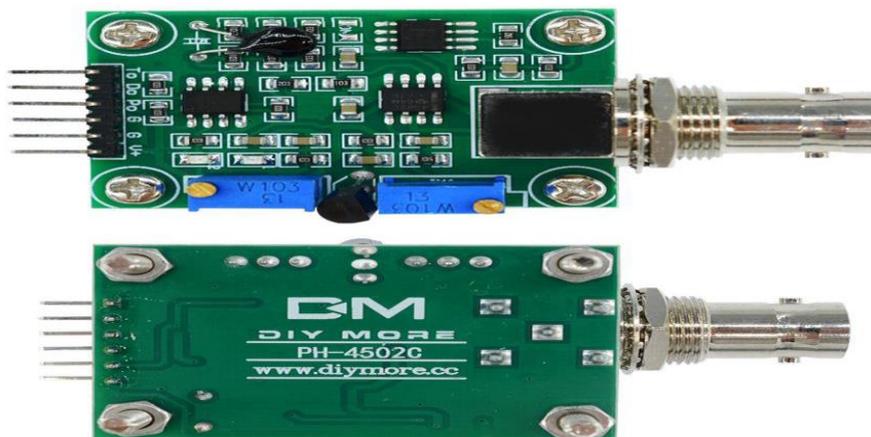
Untuk indikasi dalam pengukuran pH air yaitu dimana nilai 0 - 6 akan dianggap asam tetapi apabila nilai air berkisar 8 - 14 maka air tersebut dinilai basa. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan sensor pH berjenis Elektroda E-201 PH Sensor dan modul pH bertipe DIY More pH-4502C.



Gambar 2.4 Elektroda E-201 PH [18].

Berikut spesifikasi dari elektroda tersebut.

1. Rentang pengukuran: 0,00 - 14,00 PH.
2. Persentase akurasi:  $\pm 98,5\%$ .
3. Respon waktu: Kurang dari 1 menit.
4. Suhu operasional: 0-60°C.
5. Konektor: *Port BNC*.
6. Panjang kabel : 80 cm.



Gambar 2.5 Modul pH DIY More pH-4502C [18].

Untuk spesifikasi modul pH DIY More pH-4502C yaitu.

1. Tegangan: 5 0.2 (AC DC).
2. Konsentrasi yang dapat terdeteksi: pH 0 – 14.
3. Deteksi Suhu: 0 – 80.
4. Waktu Respon: 5 detik.
5. Waktu Penyelesaian: 60 detik
6. *Power*: 0.5 W.
7. *Output*: Pin Analog.
8. Ukuran Modul: 42 mm x 32 mm x 20 mm.

Terdapat 6 buah pin pada modul pH-4502C yaitu.

1. TO: Sebagai *Temperatur Output*.
2. DO: Sebagai 3.3 *output* (batasan limit).
3. PO: Sebagai pH Analog.
4. GND: Sebagai *ground* untuk sensor pH.
5. GND: Sebagai *ground* untuk *board* Arduino.
6. VCC: Sebagai 5V DC [18].

#### **2.2.7.2 Sensor TDS Meter**

*Total Dissolved solid* atau TDS merupakan sebuah nilai larutan padat yang terdapat pada air, didalam air terdapat kandungan partikel yang tidak dapat dilihat oleh mata manusia, bentuknya berupa padatan seperti kandungan logam besi, tembaga, alumunium, dan lain-lainnya, serta partikel *non* padatan seperti mikroorganisme. TDS merupakan istilah yang biasa digunakan untuk menandakan jumlah padatan terlarut atau konsentrasi jumlah ion *kation* dan ion *anion* yang terdapat di dalam air.

Sensor TDS adalah sensor yang bekerja dengan cara mendeteksi konduktivitas suatu larutan semakin konduk suatu larutan maka nilainya akan berubah, jadi bila cairan mengandung banyak mineral maka konduktivitasnya semakin tinggi dan *outputnya* akan semakin besar, begitu juga sebaliknya apabila cairan mengandung sedikit mineral maka *outputnya* semakin kecil.

Dalam penelitian ini menggunakan sensor *Gravity* Analog TDS Sensor Meter, dikarenakan sensor ini memiliki nilai resolusi yang baik dalam pengukuran yaitu  $\leq 10\%$  [19].



Gambar 2.6 board TDS meter v1.0 dan TDS probe [19].

Berikut ini spesifikasi modul TDS sensor.

1. *Input Voltage*: 3.3 ~ 5.5V
2. *Output Voltage*: 0 ~ 2.3V
3. *Working Current*: 3 ~ 6mA
4. Rentang pengukuran: 0 ~ 1000ppm
5. Tingkat akurasi:  $\pm 10\%$  F.S. (25 °C)

Untuk spesifikasi TDS probe.

1. Konektor: *port BNC*
2. Panjang kabel: 83cm
3. Warna: *Black*
4. *Waterproof Probe*

Terdapat 3 buah pin pada modul *Gravity Analog TDS Sensor* yaitu.

1. Pin A: digunakan sebagai pin analog
2. Pin +: digunakan sebagai pin tegangan 3.3 atau 5V
3. Pin -: digunakan sebagai pin *ground* .

### 2.2.7.3 Sensor *Electrical Conductivity*

*Electrical Conductivity* merupakan suatu nilai yang menunjukkan kemampuan suatu larutan, logam atau gas untuk mengalirkan listrik, kemampuan larutan untuk menghantarkan listrik tergantung pada konsentrasi, mobilitas ion, valensi ion dan temperatur.

Sensor EC digunakan untuk mendeteksi nilai *Electrical Conductivity* pada suatu larutan. EC merupakan penghantar listrik yang terdapat pada suatu cairan, nilai EC diperoleh dari pengukuran perlawanan dua *probe* ketika terendam oleh suatu cairan. Didefinisikan jika dua buah *probe* yang diletakan di sebuah cairan dimana diberikan beda potensial listrik biasanya berbentuk *sinusoida* maka pada plat tersebut akan menghantarkan listrik

Dalam penelitian ini menggunakan sensor *Electrical Conductivity* DJS-1C-*Black Grove* karena sensor ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi serta sering digunakan untuk budidaya perairan serta pengujian kualitas air [20]. Berikut spesifikasi sensor ini yaitu.

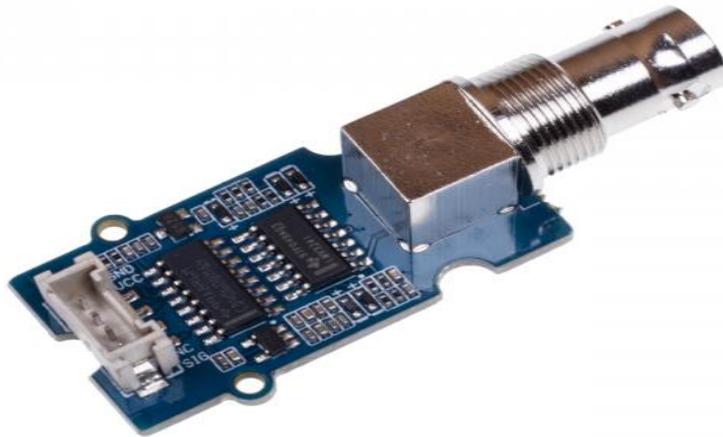
1. Catu Daya ( $V_{in}$ ): 3.3/5VDC.
2. EC Range: 0 ~ 2000 $\mu$ S/cm.
3. Resolution:  $\pm 5\%$  (STP).
4. Beroperasi Pada Suhu: 5 ~ 80°C.
5. Waktu Respon: < 10 detik.
6. Probe Interface: BNC.

Untuk spesifikasi EC *probe* yaitu.

1. Konektor: *port* BNC.
2. Panjang kabel: 80cm.
3. Warna: *Black*.
4. *Waterprofe probe*.



Gambar 2.7 Probe Sensor *Electrical Conductivity* [20].



Gambar 2.8 Modul Sensor *Electrical Conductivity* [20].

Pada modul *Gravity Analog TDS Sensor* terdapat 1 *port* dan 4 pin yang dengan fungsi yang berbeda yaitu sebagai berikut.

1. 1 *port* BNC: digunakan sebagai port untuk menghubungkan *probe* sensor.
2. Pin SIG: digunakan sebagai pin analog.
3. Pin NC: digunakan sebagai pin *output* temperatur.
4. Pin VCC: digunakan sebagai pin tegangan 3.3 atau 5V.
5. Pin GND: digunakan sebagai pin *ground*.

### 2.2.8 *Power supply*

Catu daya atau *power supply* merupakan sebuah penyedia daya pada peralatan elektronik yang berfungsi sebagai penyedia tegangan dan arus untuk peralatan elektronik yang mengubah tegangan listrik menjadi tegangan listrik yang dibutuhkan oleh peralatan tersebut. Pada umumnya catu daya biasanya mengubah aliran listrik AC ke DC [21].



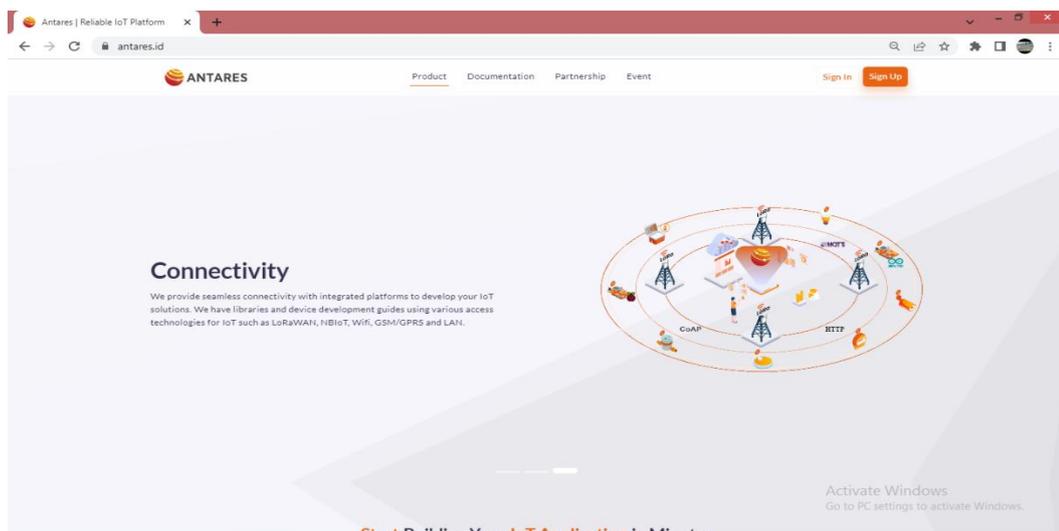
Gambar 2.9 *Power Supply* [21].

### 2.2.9 Antares

Antares adalah sebuah *platform* IoT besutan dari PT. Telkom Indonesia yang dibuat dan dikembangkan pada tahun 2016 yang digunakan sebagai *gateway* untuk perkembangan teknologi berbasis IoT.

Dikutip dari *website* resmi Antares.id, Antares merupakan sebuah *platform horizontal* IoT, yang menjadikan layanan Antares menjadi solusi *vertical* IoT agar dapat digunakan dengan arsitektur umum yang digunakan [22]. Antares juga memiliki beberapa fitur, diantaranya sebagai berikut:

1. Aman, Seluruh komunikasi ditransmisikan di jalur yang telah dienkripsi. Segalanya diatur agar sangat handal, aman, dan tagguh di atas *Secure Transport Layer*.
2. Handal, Antares menjamin akan memenej infrastruktur selama 24 jam. Jadi kita cukup fokus pada ide perangkat Iot yang akan kita bangun.
3. Beragam Perangkat, Antares medukung berbagai macam perangkat seperti Arduino, ESP8266, Android, Raspberry Pi, dan lain-lain.
4. *Application Program Interface (Open API)*, tidak hanya bisa mengontrol aplikasi melalu *dashboard*, namun juga menggunakan API yang disediakan oleh Antares.



Gambar 2.10 Halaman Utama Antares

### 2.2.10 Persentase Error

Persentase *error* merupakan sebuah nilai perbedaan antara hasil nilai terukur atau nilai perkiraan dengan nilai pasti. Metode ini digunakan dalam ilmu

kimia untuk menganalisis perbandingan antara nilai perkiraan atau nilai terukur dengan nilai aslinya [23]. Berikut merupakan rumus perhitungan nilai dari persentase *error*.

$$\% Error = \left| \frac{\text{nilai acuan} - \text{nilai sensor}}{\text{nilai acuan}} \right| \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

Nilai acuan: nilai yang dihasilkan oleh sensor ilmiah.

Nilai sensor: nilai yang dihasilkan oleh sensor pada alat.

### 2.2.11 Akurasi

Akurasi merupakan pengukuran tingkat presisi kualitas terhadap nilai aslinya dan menghasilkan nilai yang tetap dalam setiap pengukurannya. Apabila nilai tersebut mendekati atau sama dengan nilai sebenarnya maka dapat dikatakan alat tersebut berjalan dengan baik [24]. Berikut merupakan rumus perhitungan mencari nilai akurasi:

$$Akurasi = 100\% - \%Error \quad (2)$$

Keterangan:

*%Error*: nilai yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan (1).

### 2.2.12 Rumus Analog to Digital Converter (ADC)

*Analog to Digital Converter* merupakan proses pengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, ADC sering digunakan pada komunikasi digital dan rangkaian perancangan yang menghubungkan sensor dengan sistem komputer.

Pada mikrokontroler ATmega328 memiliki resolusi sebesar 10 *bit*. ADC dapat beroperasi dengan memerlukan tegangan referensi ( $V_{ref}$ ). Mikrokontroler ATmega328 memiliki ketelitian hasil konversi 1024 [25]. Berikut hasil konversi ADC dapat dinyatakan dalam rumus:

$$ADC = \frac{V_{sensor}}{V_{ref}} \times 1024 \quad (3)$$

