

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Gusnul Yakin dari Universitas Udayana Kabupaten Badung, Bali pada tahun 2021 membahas tentang pengukuran pH (Potensial Hidrogen). Pada penelitian ini menggunakan sensor pH meter modul V1.1 berbasis Arduino uno dan hasil pengukuran hanya ditampilkan melalui LCD dan tidak dapat dilihat hasilnya dari jauh. Menurut penelitian ini unsur hara merupakan bagian penting pada pertumbuhan tanaman, dalam penelitian ini dilakukan pengukuran pada unsur hara pH (Potensial Hidrogen). Hasil dari penelitian ini adalah unsur hara pH (Potensial Hidrogen) menunjukkan hasil yang beragam disetiap lahannya disebabkan oleh curah hujan, sistem pengolahan sebelumnya, limbah pupuk dalam penambahan pupuk atau pun bahan organik sebagai sumber unsur hara[1].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rohyan Saydi dari Universitas Jember kabupaten Jember pada tahun 2021 membahas tentang kelengasan tanah dan curah hujan sebagai dasar pertanian. Penelitian tersebut menggunakan sensor lengas tanah dan sensor curah hujan dan sudah mengirim data mikrokontroler ESP32 Dev 1, menurut penelitian ini pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh kondisi tanah, iklim mikro, dan ketersediaan air. Ketersediaan air mempengaruhi kelembapan tanah, tanaman memiliki 2 fase, yaitu vegetatif dan generatif yang masing-masing memiliki tingkat kebutuhan air yang berbeda[5].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Umami Syafiqoh, Sunardi, dan Anton Yudhana dari Universitas Ahmad Yani pada tahun 2018 membahas mengenai inovasi IoT (*Internet of Things*) untuk sistem pengukuran dan pemantauan kualitas air dan tanah. Kualitas air dan tanah pada lahan pertanian merupakan salah satu bagian penting yang perlu mendapat perhatian khusus dalam pengelolaannya. Hasil dari penelitian ini adalah untuk mendesain dan merancang jaringan sensor yang dapat melakukan

pengukuran dan memonitoring kualitas air dan tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjadikan sistem pertanian dalam upaya pengawasan dan pengendalian kualitas air dan tanah pertanian menjadi lebih efisien[6].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Andriana, Nur Aini, dan Sutisna Abdul Rahman dari Universitas Langlangbuana pada tahun 2020 membahas Telemetri data dan meteorologi pertanian menggunakan LoRa. penggunaan LoRa sebagai media komunikasi data meteorologi dari lapangan untuk daerah yang memiliki keterbatasan sinyal/jaringan diharapkan dapat menjadi solusi alternatif dalam memaksimalkan kerja sistem yang sedang berjalan. Perancangan sistem telemetri ini akan ditampilkan melalui *visual website*, sehingga akan memudahkan pengguna dalam mengetahui banyak data yang tersimpan[.]

2.2 DASAR TEORI

2.1.1 Tanah



Gambar 2.1 Tanah[8]

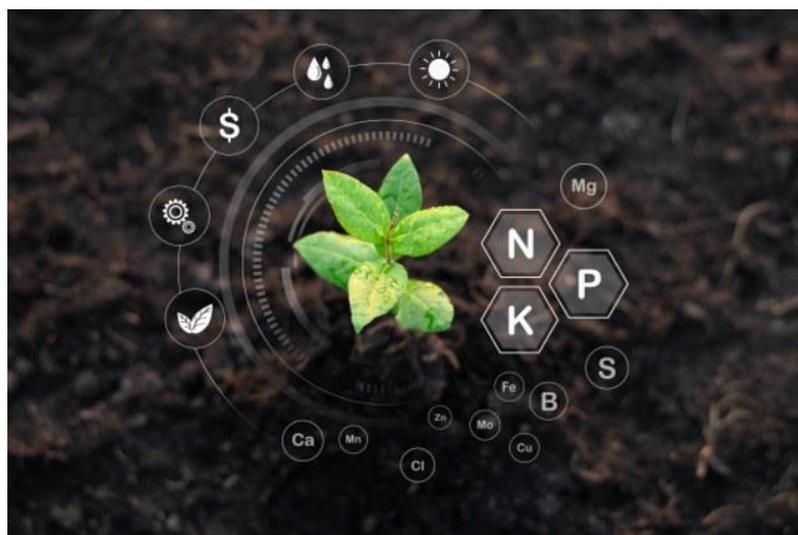
Tanah Gambar 2.1 dapat diartikan sebagai wilayah daratan yang dapat difungsikan sebagai tempat berbagai usaha pertanian, peternakan, perumahan dan lain sebagainya. Tanah dalam bidang pertanian, diartikan sebagai media tumbuh tanaman. Tanah Gambar 2.1 secara ilmiah didefinisikan lapisan kerak bumi yang bumi paling atas yang merupakan hasil pelapukan batuan oleh angin, hujan, dan matahari, tanah adalah kumpulan dari benda alam di permukaan bumi yang tersusun horizontal dan terdiri dari berbagai macam bahan mineral, bahan organik, air dan udara yang

merupakan media tumbuh bagi tanaman[9]. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 150 tahun 2000, tanah didefinisikan sebagai salah satu sumber daya alam, wilayah hidup, media lingkungan, dan faktor produksi termasuk produksi biomassa yang mendukung kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya harus dijaga dan dipelihara kelestarian fungsinya.

Tanah sebagai sumber daya pertanian memiliki dua fungsi, yaitu sebagai unsur hara bagi tanaman dan sebagai tempat berpegangnya akar, penyimpanan air tanah, dan tempat bertambahnya unsur hara dan air. Berdasarkan pengetahuan saat ini, data minimum indikator mutu tanah terdiri atas tekstur tanah, kedalaman tanah, infiltrasi, berat jenis, kemampuan tanah memegang air, C organik, pH, daya hantar listrik, N, P, K, biomassa mikroba, potensi N dapat dimineralisasi, dan respirasi tanah[10].

2.1.2 Unsur Hara

Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kesuburan tanah yang penting yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal atau faktor dalam meliputi gen, *hormone*, dan cadangan makanan yang terdapat pada tumbuhan tersebut. Sedangkan, faktor eksternal atau faktor dari luar meliputi air, suhu, kelembapan, potensial hidrogen (pH) oksigen, gaya gravitasi. pH dalam hal ini yaitu derajat keasaman tanah yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanah[11].



Gambar 2.2 Unsur hara[1]

Kelembaban tanah merupakan air yang mengisi sebagian atau seluruh pori-pori tanah. Sekitar 75 % persen air hujan masuk ke dalam tanah yang menjadi kelembaban tanah. Untuk lebih memahami peranan tanah dalam kaitannya dengan terbentuknya kelembaban tanah perlunya ulasan tentang *klasifikasi* lapisan tanah. Lapisan tanah dapat diklasifikasikan menjadi dua zona (daerah) utama, yaitu zona aerasi (suatu daerah atau tepatnya ruangan di dalam tanah membiarkan udara bebas bergerak) dan zona jenuh (*Groundwater area*). Garis tinggi permukaan tanah (*groundwater table*) memisahkan kedua zona tersebut. Permasalahan tanaman pada umumnya terbatas pada zona aerasi karena adanya gerakan udara (terutama oksigen) di zona tersebut sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Kelembaban tanah permukaan (*surface soil*) tidak lepas pengaruhnya dari kelembaban tanah pada lapisan di bawahnya (*sub soil*)[13].

Potensial hidrogen (pH) merupakan tingkat keasaman atau kebasaan suatu benda atau barang yang ditunjukkan dengan skala antara 0 hingga 14. Benda yang memiliki pH antar sampt kurang dari 7 maka dinyatakan benda tersebut masam, untuk benda yang memiliki nilai pH sebesar 7 maka benda tersebut dikatakan benda netral, ini biasanya terjadi pada air murni dengan suhu normal 25°C, dan benda yang memiliki nilai pH lebih besar daripada 7 maka benda tersebut disebut dengan benda basa atau alkali[14]. Untuk benda yang memiliki pH kurang dari 7 memiliki ciri-ciri terasa masam, bersifat korosif, merubah kertas lakmus biru menjadi merah, dan larutan masam dapat menghantarkan listrik. Untuk benda yang basa memiliki rasa yang pahit, bersifat licin seperti sabun, mengubah kertas lakmus menjadi warna biru dan juga menghantarkan listrik. pH tanah atau pH larutan tanah sangat berperan penting dalam pertumbuhan tanaman, karena di dalam tanah terdapat larutan unsur hara lain seperti nitrogen, pospor dan kalium yang dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tanaman. Unsur hara nitrogen dalam bentuk nitrat tersedia Ketika pH tanah memiliki nilai diatas 5,5, dan untuk unsur hara pospor dan kalium tersedia pada pH tanah direntang nilai 6 – 7. Ketika pH tanah terlalu masam pertumbuhan tanaman akan terganggu dan tidak dapat menyerap unsur hara seperti N, P, K dan unsur hara lain

yang tumbuhan butuhkan, sama halnya ketika nilai pH terlalu basa. Penyebab terjadinya pH tanah masam antara lain oleh adanya unsur aluminium, besi dan tembaga yang berlebihan, bekas genangan air yang terus menerus akibat drainase yang kurang baik. Pemberian pupuk kimia yang berlebih oleh petani. Bisa dikatakan pH tanah yang terlalu masam kekurangan magnesium dan kalsium. Untuk pH tanah basa bisa disebabkan oleh pencemaran limbah rumah tangga, seperti deterjen dan sabun, juga pemberian pupuk kimia yang lebih. Maka pengukuran pada pH tanah sangatlah penting untuk dapat menetralkan tanah dan untuk penanganan yang lebih tepat untuk pengolahan tanah berikutnya. Netralisasi pH dilakukan untuk menaikkan atau menurunkan nilai pH mendekati atau mencapai nilai pH 7 atau netral. Tapi pH netral tidak selalu menjadi kondisi yang optimum, ada faktor-faktor lain dan ada beberapa tumbuhan yang cocok tumbuh pada tanah yang sedikit bersifat masam atau basa[15].

2.1.3 IoT (*Internet of Things*)



Gambar 2.3 *Internet of Things*[16]

Sebuah infrastruktur koneksi jaringan global, yang menghubungkan benda fisik dan benda virtual melalui penangkapan data dan teknologi komunikasi. Infrastruktur IoT Gambar 2.2 terdiri dari jaringan yang telah ada dan internet dan pengembangannya. Menurut IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) *Internet of things* (IoT) didefinisikan sebagai sebuah jaringan dengan masing-masing benda yang teranam

dengan sensor yang terhubung kedalam jaringan internet. (IEEE “*Internet of things*” 2014). Konsep *internet of things* mencakup 3 elemen utama yaitu: benda fisik atau nyata yang telah diintegrasikan pada modul sensor, koneksi internet, dan pusat data pada server untuk menyimpan data ataupun informasi dari aplikasi. Penggunaan benda yang terkoneksi ke internet akan menghimpun data yang kemudian terkumpul menjadi “*big data*” untuk kemudian diolah, dianalisa baik oleh instansi pemerintah, perusahaan terkait, maupun instansi lain kemudian di manfaatkan bagi kepentingan masing-masing[16].

2.1.4 Arduino Uno R3

Merupakan mikrokontroler yang berbasis dari Arduino ATmega328p, yang memiliki 14 pin digital *input/output*, 6 pin analog *input*, menggunakan 16 Mhz. Ini berfungsi untuk menunjang semua kebutuhan mikrokontroler. Arduino Uno R3 Gambar 2.4 cocok untuk memrosesan nilai yang diperoleh dari sensor dan mikrokontroler ini bisa dihubungkan dengan modul komunikasi lain seperti LoRa.



Gambar 2.4 Arduino Uno R3

Arduino Uno R3, untuk speksifikasimya sebagai berikut :

1. Board: Arduino Uno R3
2. Mikrokontroler: ATmega328P
3. Pin: 14 pin Digital I/O, 6 pin analog, pin tegangan, pin *ground*
4. Komunikasi: UART, I2C, SPI
5. Daya: 5V I/O *voltage*
6. Memori: 2KB SRAM, 32KB FLASH, 1KB EEPROM

7. Input Voltage : 7-12V

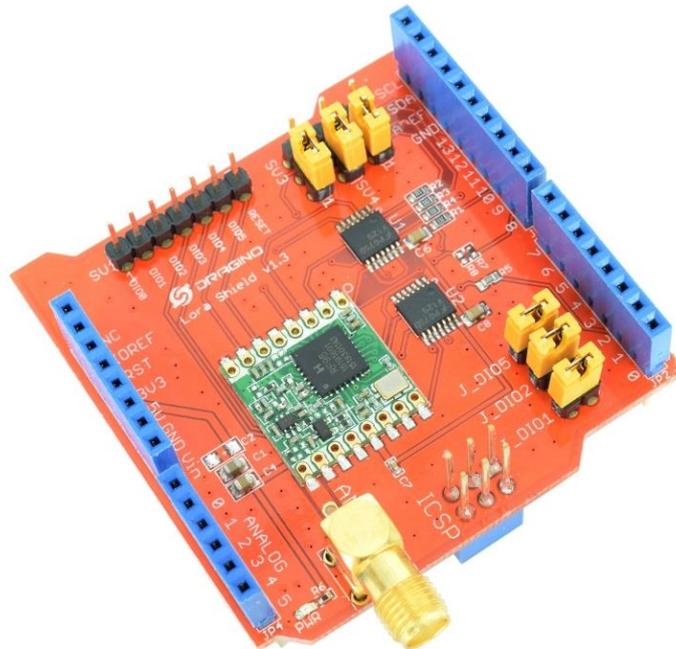
8. *Clock speed*: ATmega328P 16 MHz[17].

2.1.5 LoRa (*Long Range*)

Teknologi LoRa (*Long Range*) merupakan teknologi nirkabel yang dapat melakukan komunikasi jarak jauh seperti selular/GSM namun dalam konsumsi daya cukup rendah, sehingga dalam penggunaannya sangat cocok untuk mengoperasikan perangkat sensor yang beroperasi selama hitungan tahun dengan cakupan area kerja yang luas dan cukup dengan pemakaian sumber daya dengan baterai. Maka dengan adanya teknologi ini, penggunaan LoRa sebagai media komunikasi data meteorologi dari lapangan untuk daerah yang memiliki keterbatasan sinyal/jaringan diharapkan dapat menjadi solusi alternatif dalam memaksimalkan kerja sistem yang sedang berjalan. Perancangan sistem telemetri ini akan ditampilkan melalui *visual website*, sehingga akan memudahkan pengguna dalam mengetahui banyak data yang tersimpan[4].

1. LoRa Shield

Merupakan Arduino *shield* yang dapat menampilkan LoRa berdasarkan *library open source*. Alat ini mampu memungkinkan pengguna berkomunikasi dan mengirim data jarak jauh dengan kecepatan yang rendah. Memberikan komunikasi jarak jauh dan tingkat kekebalan yang tinggi terhadap *interferensi*. LoRa Dragino *Shield* pada Gambar 2.5 menggunakan *chip Semtech SX1276/SX1278*, yang bertarget pada komunikasi jaringan sensor nirkabel, seperti system irigasi, *smart city*, dan sebagainya. Untuk fitur lainnya yaitu kompatibel dengan 3.3V atau 5V I/O Arduino *board* khususnya Arduino Leonardo, Uno, Mega dan DUE, serta frekuensi diantara 915Mhz/868Mhz/433Mhz, konsumsi daya yang rendah[18].



Gambar 2.5 LoRa

2.1.6 Kualitas Jaringan LoRa

Kualitas jaringan adalah pengukuran performansi dan tingkat kualitas jaringan untuk memberikan jaminan atau hasil performansi pada setiap jaringan. Parameter yang diukur untuk menilai kualitas jaringan ada *delay*, *jitter*, *packet loss*, SNR, dan RSSI.

1. *Delay*

Delay atau selang waktu merupakan salah satu parameter kualitas jaringan yang menunjukkan jumlah waktu yang diperlukan paket dari pengirim sampai ke penerima. *Delay* dipengaruhi oleh jarak, *hardware*, kepadatan jaringan. Untuk standarisasi *delay* biasanya menggunakan standar dari THIPON dengan keterangan seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Delay* kategori dari TIPHON[19]

Delay kategori dari TIPHON	
Kategori	Delay (ms)
Sangat Bagus	<150
Bagus	150-300

Delay kategori dari TIPHON	
Sedang	300-450
Buruk	>450

Sementara untuk perhitungan nilai *delay* itu sendiri bisa menggunakan persamaan (2.1)[20].

$$Delay\ rata - rata = \frac{Total\ delay}{Total\ paket\ diterima} \quad (2.1)$$

2. Jitter

Merupakan salah satu parameter kualitas jaringan yang menunjukkan jumlah dari variasi *delay* pada saat transmisi paket pada suatu jaringan. *Jitter* bisa terjadi karena variasi antrean paket pada saat pemrosesan paket dan waktu saat penghimpunan ulang paket. Untuk standarisasi *jitter* biasanya menggunakan standar dari THIPON dengan keterangan seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Jitter* kategori dari TIPHO[19]

Jitter kategori dari TIPHON	
Kategori	Delay (ms)
Sangat Bagus	0
Bagus	0-75
Sedang	76-125
Buruk	126-225

Sementara untuk perhitungan nilai *jitter* itu sendiri bisa menggunakan persamaan (2.2)[20].

$$Jitter = \frac{Total\ Variasi\ Delay}{Total\ paket\ diterima - 1} \quad 2.2$$

3. Signal to Noise Ratio (SNR)

SNR(*signal to noise ratio*) adalah kualitas sinyal yang diterima berbentuk daya *interferensi* atau gangguan dan daya *noise* atau derau yang mempengaruhi pada saat pengiriman atau penerimaan data yang dilakukan pada saat transmisi jaringan[20]. Untuk nilai *range* parameter SNR dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kategori nilai SNR[20]

Kategori	Nilai (dB)
Sangat Bagus	16 s.d 30
Bagus	1 s.d 15
Buruk	0 s.d -5

4. Received Signal Strength Indicator (RSSI)

RSSSI merupakan sinyal daya yang diterima pengguna dalam rentang frekuensi tertentu, didalamnya termasuk *noise* dan interferensi atau disebut juga *wideband power*, RSSI juga disebut *signal level*[23]. Untuk nilai *range* parameter SNR dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kategori nilai RSSI[20]

Kategori	Nilai (dBm)
Sangat Bagus	> -70
Bagus	-70 sampai -85
Normal	-86 sampai -100
Buruk	<-100

2.1.7 Sensor

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya[21].

1. Sensor Potensial Hidrogen (pH)

Sensor pH tanah cocok untuk mendeteksi kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium dalam tanah. Ini membantu dalam menentukan kesuburan tanah sehingga memfasilitasi penilaian sistematis kondisi tanah. Sensor Gambar 2.6 dapat dikubur di tanah untuk waktu yang lama. Ini memiliki *probe* berkualitas tinggi, tahan karat, ketahanan elektrolitik, ketahanan korosi garam &alkali, untuk memastikan operasi jangka panjang dari bagian probe. Oleh karena itu, sangat cocok untuk semua jenis tanah. Sangat cocok untuk

mendeteksi tanah alkali, tanah asam, tanah substrat, tanah tempat ditanamnya bibit.

Sensor tidak memerlukan reagen kimia. Karena memiliki akurasi pengukuran tinggi, kecepatan respons cepat, dan pertukaran yang baik, dapat digunakan dengan mikrokontroler apa pun. Anda tidak dapat menggunakan sensor secara langsung dengan mikrokontroler karena memiliki port Modbus Communication. Oleh karena itu memerlukan Modul Modbus seperti RS485 / MAX485 dan menghubungkan sensor ke mikrokontroler[22].



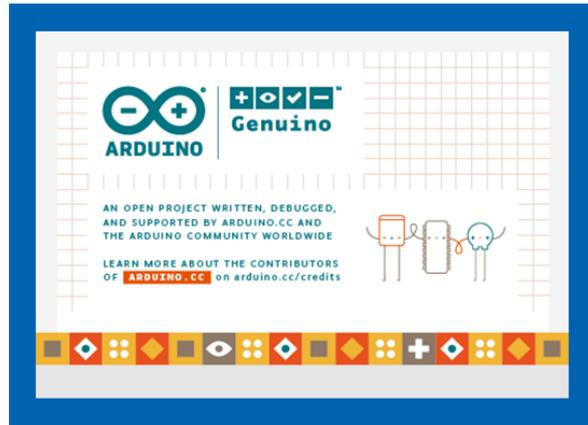
Gambar 2.6 Sensor pH dan kelembapan

2. Sensor Kelembapan

Teknologi *microchip* sudah berkembang sejak ditemukan bahan semikonduktor sebagai komponen elektronika. Penemuan ini menyebabkan perangkat komputer yang tadinya besar menjadi kecil. Semikonduktor sebagai bahan pembuatan IC (*Integrated Circuit*) yang menjadikan teknologi *microchip* dan *microcomputer* semakin maju pesat. Pada penelitian ini peneliti menggunakan *microchip* atau mikrokontroler Arduino yang sudah didesain khusus untuk memudahkan para perancang *prototype* melakukan uji coba dalam membangun suatu alat dalam hal ini alat penyiram tanaman otomatis. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor plat logam yang bersifat resistif untuk mengukur kelembapan tanah yang dikonversi menjadi tegangan analog yang kemudian akan dibaca oleh mikrokontroler yang telah diisi dengan program (*embedded system*), sehingga alat akan bekerja sesuai dengan hasil penelitian yang akan dilakukan[22]

2.1.8 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan *software* yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, mengupload, ke board yang ditentukan dan meng-*coding* program tertentu[2].



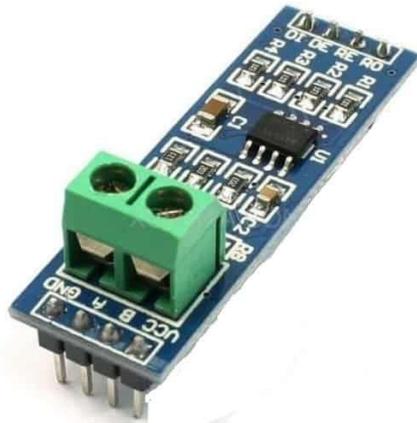
Gambar 2.7 Arduino IDE[24]

2.1.9 RS485

Protokol Komunikasi RS485 Protokol komunikasi RS485 merupakan komunikasi data serial yang dapat dilakukan pada jarak yang cukup jauh yaitu sekitar 1,2 km. Menggunakan *chip* Max485, Kelebihan yang dimiliki sistem komunikasi RS485 adalah komunikasi *multidrop* atau berhubungan secara *one to many* dengan jarak yang jauh dan dapat menghubungkan sampai 32 unit beban sekaligus dan kecepatan transfer data mencapai 2,5Mbit/s. *Modbus* ini hanya menggunakan dua kabel tanpa memerlukan referensi *ground* yang sama antar unit dan membutuhkan tegangan 5 volt untuk pengoperasiannya[25].

Untuk speksifikasinya sebagai berikut :

1. *Chip* : MAX485
2. Jarak : Sampai Dengan 1200 meter
3. Kecepatan: 2,5Mbit/Sec
4. *Multidrop support*: 32 devices
5. Tegangan: 5 Volt



Gambar 2.8 RS485

2.1.10 IoT Platform Antares

Antares merupakan sebuah *horizontal IoT Platform*, yang berarti mencoba untuk menjadikan agar solusi vertikal IoT dapat menyesuaikan dengan arsitektur yang umumnya digunakan. Banyak kasus-kasus IoT yang dapat dipecahkan dengan menggunakan layanan ini, contohnya adalah *smart home*, *smart metering*, *asset tracking*, *smart building*, dan lain-lain[26].

2.1.11 Power Supply

Catu daya atau power supply merupakan sebuah peralatan elektronika daya yang berfungsi sebagai penyedia daya (tegangan dan arus) untuk peralatan lainnya dengan prinsip mengubah tegangan listrik yang tersedia dari jaringan jala-jala ke nilai yang dibutuhkan beban[27].