

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh A. Soetedjo, E. Hendriarianti, S. A. Wibowo, J. Novrian, and A. B. Nugroho, (2022) dengan judul “Real-Time Implementation of Wastewater Monitoring System on the Communal Wastewater Treatment Plant using the IoT.” Yang bertujuan untuk memonitoring kualitas air limbah di IPAL Komunal Malang, parameter yang dimonitoring yaitu kandungan pH, Suhu, kekeruhan air, dan kadar oksigen pada air limbah. Sensor yang digunakan merupakan produk dari DF Robot. Data dari sensor dikirim ke mikrokontroler Arduino nano 33 yang dapat terhubung ke internet menggunakan protokol WiFi dan ditampilkan melalui platform IoT Thingspeak. Pada penelitian ini menggunakan energi mandiri yaitu dari sel surya. Dapat disimpulkan pada penelitian ini terdapat kekurangan yaitu biaya perawatan alat yang mahal dan penggunaan pulsa data yang besar. [2]

Kemudian pada penelitian selanjutnya oleh M. Fadhli Roby, Aryunto Soetedjo, Irmalia Suryani Faradisa (2022) dengan judul “Pengembangan Sistem Monitoring Kualitas Air Pada IPAL Tirtarona Tlogomas Kota Malang Menggunakan IoT Berbasis LoRa” merupakan pengembangan dari penelitian “Real-Time Implementation of Wastewater Monitoring System on the Communal Wastewater Treatment Plant using the IoT.”(2022) sistem atau alat yang dikembangkan oleh penulis pada komunikasi yang menggunakan modul LoRa SX1278 agar mengurangi konsumsi pulsa data yang besar. Alat yang dibuat sebagai Transmitter Node mengirimkan data yang dihitung oleh sensor lalu dikirim ke Receiver Node menghasilkan nilai yang stabil, data sensor yang diterima akan diteruskan ke Webserver Thingspeak. Pada penelitian tersebut dapat disimpulkan komunikasi menggunakan LoRa dapat mengirimkan data hasil sensing dengan waktu interval yaitu 30 detik kemudian data tersebut dikirimkan ke platform IoT ThingSepak. Terdapat kekurangan pada penelitian tersebut di bagian sensor yang tidak bekerja secara optimal dikarenakan pengujian alat tidak langsung ke lapangan (IPAL).[3]

Pada penelitian jurnal diatas terdapat kekurangan yang dimiliki setiap penelitian, yang pertama yaitu konsumsi pulsa data yang banyak karena terdapat 4 node alat dan setiap nodenya membutuhkan WiFi router. Interval waktu pengiriman data selama 30 detik. Pada jurnal penelitian kedua terdapat kekurangan pada kinerja sensor yang kurang optimal dan pengiriman data yang memerlukan waktu delay, pengujian sensor harus dilakukan di IPAL agar nilai yang dihitung oleh sensor lebih akurat.

2.2 Limbah

Pada aturan Undang-Undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, bahan yang beracun dan berbahaya B3 disebut limbah yaitu cairan sisa buangan mengandung zat berbahaya dari kegiatan industri, peternakan, pertanian, dan rumah tangga. Limbah sering dihasilkan dari proses industri, rumah sakit, dan lain-lain yang kehadirannya tidak disengaja lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah dapat digolongkan dari wujudnya menjadi empat jenis, yaitu limbah padat, cair, gas, dan suara.[4]

Bahan atau isi yang dapat ditemui dalam limbah yaitu senyawa organik yang mudah menguap serta memiliki bau yang tidak sedap. Senyawa organik yang tidak mudah tergerai dapat disebut rekalsitran, partikel anorganik seperti pasir, pecahan kaca, keramik dan sebagainya. Limbah padat bersifat kering tidak dapat bergerak kecuali digerakkan berasal dari potongan kayu, industri, dan pemotongan besi. Selanjutnya limbah cair dapat larut dalam air dan mudah bergerak contohnya air sisa cuci piring, pakaian, dan limbah dari pabrik. Limbah gas tidak dapat dilihat menggunakan mata telanjang dalam bentuk asap dapat bergerak bebas contohnya hasil dari gas polusi motor, dan industri.[5]

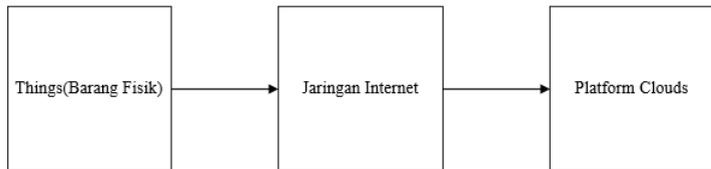
2.3 IPAL

IPAL adalah bangunan khusus yang dibuat untuk mengolah air limbah yang bersifat kimiawi dan biologis. Bangunan IPAL berisikan kolam penyaringan dan teknik yang dapat mengolah air limbah berasal dari rumah sakit, pabrik, peternakan, dan rumah warga yang akan dibuang di sungai akan disaring dan diproses menjadi air jernih guna mengurangi pencemaran lingkungan.

Terdapat dua jenis IPAL yaitu komunal dan mandiri. IPAL jenis komunal dirancang khusus untuk kebutuhan pembuangan limbah skala besar dan untuk pembuangan hasil limbah dalam jumlah yang banyak, memiliki banyak struktur, proses penyaringan yang kompleks, pelengkapan dan biaya perawatan yang lebih tinggi, sedangkan IPAL jenis mandiri dibuat khusus untuk pembuangan hasil limbah rumah tangga biasa disebut septic tank.[1]

2.4 IoT

IoT (Internet of Things) adalah konsep dimana banyak hal (things) diartikan sebagai objek, devices/perangkat, dan barang yang teridentifikasi secara kompleks dapat saling terkoneksi atau terhubung satu sama lain yang memiliki komputasi cerdas. IoT terdiri dari teknologi termasuk komputasi pintar, efisiensi daya, sistem tertanam, teknologi sensor, , teknologi komunikasi, jaringan sensor, protokol Internet, dan teknologi lainnya yang dapat memberikan manfaat pada dunia di era kemajuan ke-4.[6]



Gambar 2. 1 Blok Diagram IoT

Konsep IoT terdiri dari Things (barang fisik) seperti benda di dunia nyata dihitung oleh komputer dan dimodifikasi dalam wujud data, contohnya sensor, mikrokontroler IoT lalu dihubungkan ke internet secara wireless dan dikirim ke platform clouds agar dapat menampilkan data.

2.5 Arduino Nano 33 IoT

Arduino Nano 33 IoT adalah papan mikrokontroler tingkat lanjut yang canggih berasal dari keluarga ATmega 328P dan kompatibel dengan platform Arduino IoT Cloud. Papan ini menggunakan prosesor Arm Cortex-M0 berdaya rendah, serta menggunakan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth v4.2 yang dikemas dalam modul u-blox NINA-W102. Papan ini juga dilengkapi dengan

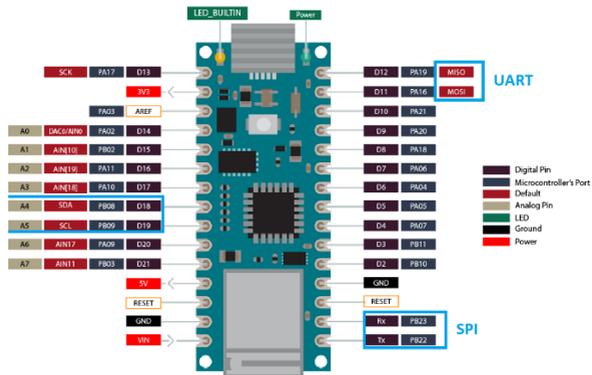
sensor IMU 6 sumbu yang dapat digunakan untuk mengukur sudut dan perpindahan. Dengan ukuran papan yang kecil dan imut ini dapat mempermudah saat membuat casing dan tempat pada proyek tertentu [7]



Gambar 2. 2 Arduino Nano 33 IoT

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Nano 33 IoT

Spesifikasi	Parameter
Mikrokontroler	SAMD21 ARM Cortex-M0 32bit
Tegangan Operasi	3.3V
Tegangan Input	5V-12V(Maks)
Arus DC pin I/O	7mA
Kecepatan Clock	48Mhz
SRAM	32KB
Pin Output Analog	1
Pin Digital I/O	14
Pin Input Analog	8
Sensor IMU	LSM6DS3



Gambar 2. 3 Pin Arduino Nano 33 IoT

Arduino nano 33 IoT berukuran panjang 45 mm dan lebar 18mm, terdapat juga tiga jenis komunikasi pada pin board ini yaitu komunikasi I2C dengan SDA dan SCL di pin D18 dan 19 lalu komunikasi SPI (Rx, Tx) di pin PB 23 dan PB 22 terakhir komunikasi UART (MOSI, MISO) pada pin D11 dan D12.

2.6 Sensor pH Air

Sensor Gravity Analog pH merk DFROBOT adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur kadar pH air. Kandungan pH yang diukur berdasarkan potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan. Elektroda pH ini dibuat dari bahan membran kaca yang sensitif dengan impedansi rendah Nilai suatu pH adalah 0-14, pH dikatakan asam bila bernilai 0-6, dikatan netral jika bernilai 7, dan Basa jika bernilai 8-14.[8]



Gambar 2. 4 Sensor pH DFROBOT

Dalam penelitian ini menggunakan produk dari DF Robot berikut merupakan spesifikasi sensor pH air :

- a) Suplai Tegangan: 5.00V
- b) Jangkauan Ukur : 0 - 14PH
- c) Mengukur Suhu: 0-60 °C
- d) Akurasi: ± 0.1 pH (25 °C)
- e) Ukuran Modul: 43 x 32mm
- f) Waktu Tanggap: ≤ 1 min
- g) pH Sensor dengan BNC Connector
- h) pH2.0 Interface (3 kaki patch)
- i) Mempunyai indikator LED

2.7 Sensor Turbidity

Untuk mengukur kualitas air limbah digunakan sensor turbidity. Kekeruhan air limbah dengan cara mendeteksi partikel yang tertahan di air limbah dengan melakukan transmisi cahaya dan penghamburan cahaya yang berubah sesuai dengan TSS (Total Suspended Solid) semakin keruh air nilai TSS begitu sebaliknya. Sensor Turbidity dapat diimplementasikan pada kolam ikan, air limbah, dan air sungai. [8]

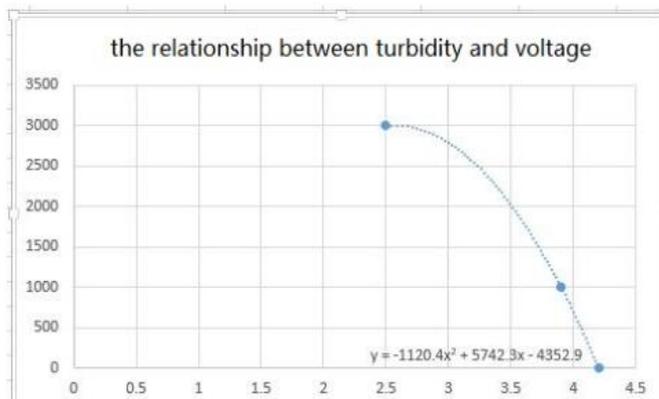


Gambar 2. 5 Sensor Turbidity DFROBOT

Dalam penelitian ini menggunakan produk dari DF Robot berikut merupakan spesifikasi sensor Turbidity air :

- a) Modul Power: 5.00V DC
- b) Arus maksimal 40mA
- c) Response Time: < 500 ms
- d) Analog output 0-4,5V
- e) Berat 40g

Pembacaan nilai sensor turbidity dapat diketahui pada **Gambar 2.6** grafik antara nilai kekeruhan (turbidity) di sumbu y dan nilai tegangan pada sumbu x. Nilai yang baik pada saat sensor diletakkan pada air jernih dan mengeluarkan nilai tegangan antara 2,5 V-4,2V dengan nilai turbidity di antara 0-3000.



Gambar 2. 6 Grafik Pembacaan Sensor

2.8 Sensor DO

Sensor DO (Dissolved Oxygen) digunakan untuk mengukur kadar oksigen yang terlarut pada air limbah. Dengan sensor DO ini dapat mendeteksi kadar oksigen yang terlarut sangat cocok untuk meneliti pada air seperti limbah lingkungan, Aquakultur dan lain lain. Cara kerja dari sensor Sensor DO yaitu sensor memiliki bagian katoda dan anoda yang ada pada probe, pada saat pengukuran akan dimasukkan ke dalam air limbah akan dibaca oleh mikrokontroler dengan nilai analog dan ditampilkan pada serial monitor Arduino. [9]



Gambar 2. 7 Sensor DO DFROBOT

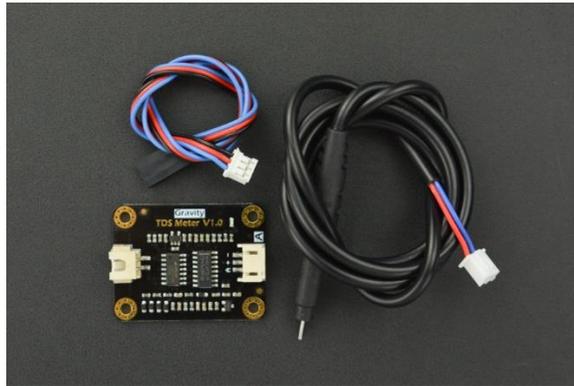
Dalam penelitian ini menggunakan produk dari DF Robot berikut merupakan spesifikasi sensor DO :

- a) Ukuran 42 x 32 mm
- b) Tegangan operasi sebesar 3,3-5V
- c) Rentang Deteksi: 0~20mg/L
- d) Waktu Respons: Hingga 98% respons penuh, dalam 90 detik (25°C)

2.9 Sensor TDS

Sensor TDS (Total Dissolved Solids) bekerja dengan metode Konduktivitas Listrik, di mana dua bagian pada probe sensor direndam dalam cairan kemudian pemrosesan sinyal oleh sensor akan mengeluarkan output yang menandakan adanya konduktivitas larutan. Sensor ini memiliki tiga pin, yaitu pin DATA, VCC dan GND. Pin

DATA adalah terhubung ke pin analog Arduino (A0) sementara VCC adalah terhubung ke pin output suplai tegangan mikrokontroler dan GND terhubung ke pin ground mikrokontroler.



Gambar 2. 8 Sensor TDS DFROBOT

Dalam penelitian ini menggunakan produk dari DF Robot berikut merupakan spesifikasi sensor TDS :

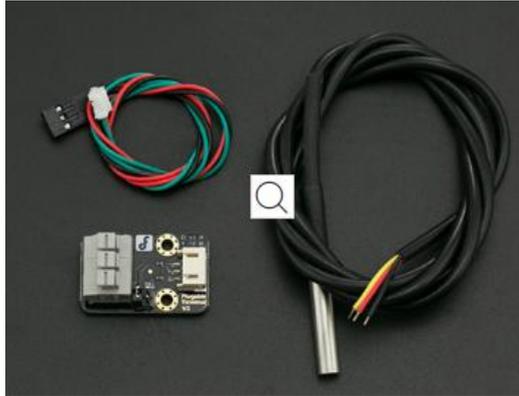
- a) Suplai Tegangan 3,3 – 5,5V
- b) Output tegangang 0-2,3V
- c) Rentan jangkauan sensor 0 – 1000 PPM
- d) Ukuran Modul 43 x 32 mm
- e) Panjang kabel probe 83 cm

2.10 Sensor suhu DS18B20

Sensor DS18B20 adalah salah satu sensor elektronik yang dapat mendeteksi suhu sekitar dan kemudian mengubahnya menjadi besaran listrik. Pembacaan sensor ini menggunakan pin digital yang mempunyai tiga pin kaki yaitu GND, VCC, dan data yang terhubung pada pin digital mikrokontroler. Sensor ini memiliki bantuan library yang mempunyai kode serial dapat membantu saat melakukan pemrograman dan nilai kalibrasi yang sudah tersedia .[10]

Pada rentang suhu 10°C sampai dengan 85°C sensor ini dapat mendeteksi suhu dengan akurasi sebesar 0,5°C. Dengan sensor suhu yang sudah digital ini tidak membutuhkan Analog Digital Converter

untuk mengkomunikasikan dengan Arduino board yang akan digunakan.[11]



Gambar 2. 9 Sensor DS18B20 DFROBOT

Dalam penelitian ini menggunakan produk dari DF Robot berikut merupakan spesifikasi sensor DS18B20 :

- a) Tegangan operasi 3-5V
- b) Rentang pengukuran -55 – 125 derajat
- c) Akurasi : ± 0.5 derajat
- d) Panjang 90 cm
- e) Memiliki tiga pin VCC, GND, dan DATA

2.11 Wemos D1 Mini Pro

Wemos D1 Mini Pro yaitu papan mikrokontroler dari keluarga ESP 8266 (mikrokontroler) dapat diprogram menggunakan software Arduino IDE, dalam bentuk fisik ukurannya lebih kecil dari Arduino uno tetapi memiliki keunggulan yaitu dapat terkoneksi ke internet. Mikrokontroler ini sangat populer karena memiliki spesifikasi yang handal dan harga yang murah. Mikrokontroler ini terintegrasi dengan ESP 8266 yang dibuat oleh Espressif System. Keunggulan board ini memiliki modul WiFi yang sudah terintegrasi dan elemen lainnya seperti RAM, CPU dan GPIO. Papan ini sangat cocok untuk project IoT karena penggunaan yang cukup mudah dan dukungan komunitas.[12]

WeMos D1 mini Pro

диаграмма выводов



Gambar 2. 10 WeMos Pro Mini

Tabel 2. 2 Spesifikasi Wemos D1 Mini Pro

Spesifikasi	Parameter
Tegangan Operasi	3.3V
Pin Input Output digital	11
Kecepatan Clock	80/160Mhz
Pin Input Analog	1
Berat	4,5g
Flash	16M Bytes
Pin Output Analog	1
ukuran	48x25,4 mm

2.12 Thingspeak

Thingspeak merupakan platform IoT yang berbasis API dapat secara komprehensif menyimpan data sensor dari

mikrokontroler yang terhubung dengan internet dan menggabungkan keluaran data dalam tampilan chart di web, platform IoT ini menggunakan protokol HTTP melalui internet atau Local Area Network . Platform ini menyediakan berbagai fitur yang memungkinkan untuk mengumpulkan, menganalisis, menyimpan, memonitoring dan memvisualisasikan sensor, actuator, dari mikrokontroler seperti Arduino, raspberry pi, Node MCU ESP 8266, ESP 32 dan perangkat lainnya.[13]



Gambar 2. 11 Platform IoT ThingSpeak

ThingSpeak memiliki keunggulan yaitu data dapat terhubung ke aplikasi MATLAB yang mempermudah peneliti atau pengguna untuk memproses data lebih lanjut.

2.13 Panel Surya (Photovoltaic cell)

Sel surya adalah energi terbarukan berasal dari matahari yang tidak akan habis. Energi ini akan menjadi inovasi/terobosan baru untuk persediaan energi di masa depan. Sel surya memiliki ciri yaitu energi yang efisien dan juga ramah lingkungan tetapi memiliki kekurangan yaitu biaya pemasangan dan perawatan yang mahal. Panel surya salah satu teknologi semikonduktor yang sering digunakan pada proyek sederhana yang dihubungkan dengan penyimpanan baterai/aki 12-16 V lalu untuk penggunaan listrik AC(alternative current) membutuhkan tambahan alat bernama Inverter. Prinsip kerja dari panel surya yaitu mengubah energi sel surya dari sinar matahari menjadi energi listrik.[14]



Gambar 2. 12 Panel Surya

2.14 SCC (Solar Charge Controller)

SCC salah satu alat listrik yang berfungsi untuk mengatur arus DC (Direct Current) yang dihubungkan ke aki/batrai dan menampilkan indikasi yang berisi status baterai. Alat ini memiliki 3 terminal atau 6 pin, terminal pertama yaitu sebagai input terdiri pin positif dan pin negatif untuk tersambung dengan panel surya lalu terminal kedua sebagai output terdiri pin positif dan pin negative terhubung dengan aki/baterai yang terakhir terminal ketiga sebagai output juga memiliki pin positif dan negative tersambung dengan beban (load). Fitur utama dari alat ini yaitu mencegah baterai mengalami overcharging, overvoltage, dan overload. [15]



Gambar 2. 13 Solar Charge Controller

2.15 Aki/Baterai

Aki/baterai adalah komponen yang dapat menyimpan arus listrik sementara melalui proses kimia lalu diubah menjadi energi listrik. Aki/baterai berguna sebagai media penyimpanan arus listrik untuk menghidupkan sebuah alat elektronika. Aki biasanya digunakan sebagai penyimpanan energi listrik pada sepeda motor, mobil dan proyek elektronika yang membutuhkan voltase atau daya yang besar dibandingkan dengan baterai biasa. [15]



Gambar 2. 14 Aki

2.16 HTTP

HTTP singkatan dari Hypertext Transfer Protokol adalah aturan jaringan pada OSI Layer dari aplikasi TCP/IP. Protokol ini berguna untuk pengiriman dan pertukaran data antara client dan server (komunikasi). Cara kerja dari protokol ini client meminta request kepada server dan akan direspon untuk pengiriman data. HTTP memiliki kekurangan pada keamanan atau enkripsi yang dapat membuat celah pada informasi atau data yang dikirim.

2.17 Timer Switch Analog

Timer Switch Analog merupakan salah satu komponen elektro yang dapat otomatis menghitung waktu secara analog, Sebagai alat penghitung waktu analog, waktu yang telah diatur dan sudah tercapai maka output atau kontak alat akan bekerja atau mengalir arus listrik. Komponen ini dapat menghemat penggunaan dari energi listrik yang digunakan. [16]



Gambar 2. 15 Timer Switch Analog

2.18 Step Down (Buck Converter)

Buck Converter (Step Down) salah satu komponen listrik yang mengkonversi dan menurunkan tegangan DC-DC nilai daya listrik dari terbesar ke terkecil. Komponen ini mempunyai 2 terminal dan empat pin yang terdiri dari terminal pertama pin positif dan negatif sebagai input dan terminal kedua terdiri dari pin positif dan negative sebagai output. [17]



Gambar 2. 16 Step Down Buck Converter

2.19 Modem

Modem (Modulator Demodulator) adalah perangkat keras yang memiliki fungsi sebagai alat komunikasi 2 arah. Alat dapat digunakan untuk menghubungkan perangkat lainnya ke internet. Kelebihan alat ini memiliki ukuran yang kecil dan ada yang bisa dibawah kemana-mana dengan batrai.



Gambar 2. 17 Modem Orbit Telkomsel