

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian Umar Katu, Yuniarti, dan Nuraeni Umar dengan judul “MODUL PEMBELAJARAN PRAKTIKUM MIKROPROSESOR DAN IOT BERBASIS ESP32 MENGGUNAKAN PROTOKOL *CLOUD* MQTT” mereka menggunakan ESP32 dan sensor DHT11 sebagai inputan data yang kemudian akan diteruskan ke MQTT *Cloud* . hasil pengujian menunjukkan keberhasilan dalam metode pengiriman pesan dari ESP32 menggunakan MQTT Cloud yang dirancang khusus untuk komunikasi aplikasi machine-to-machine yang ringan dan efisien dan dapat menghemat bandiwth. [6]

Pada penelitian Syafriyadi Nor dan Sarifudin dengan judul “*Integration of the XY-MD02 Module in an IoTBased Humidity and Temperature Monitoring System with Graphic Display on Nextion LCD*”.memadukan sensor suhu industrial XY-MD02 dengan ESP32 dan MQTT hasil pengujian menunjukkan suhu dan kelembapan yang terbaca di sensor XY-MD02 dapat diteruskan dengan baik lewat MQTT berformat *JSON*, dan dapat ditampilkan pada aplikasi android dengan baik, namun cara komunikasi antara ESP32 dan sensor XY-MD02 menggunakan protokol *Modbus*. [7]

Pada penelitian Sri Mahfuza, Uray Ristian, dan Dwi Marisa Midyanti dengan judul “Penerapan Protokol MQTT pada Sistem Otomatisasi Fotosintesis Tanaman *Aquascape* Berbasis *Internet of Things*”. Mereka

menggunakan sensor suhu berseri DS18B20, sensor turbidity, ESP32, Relay dan tentunya menggunakan MQTT. Komunikasi sensor DS18B20 menggunakan *Wire-Communication* selayaknya sensor kelas industri dan hasil dari riset tersebut menunjukkan performa yang baik dalam pembacaan pengiriman data dan *delay* untuk mengirim data tersebut ke MQTT *server*.

Pada penelitian Muhammad Revaldi Frizky, Seno D. Panjaitan, dan Hendro Priyatman dengan judul “RANCANG BANGUN SCADA DENGAN TEKNOLOGI *INDUSTRIAL IoT* DIIMPLEMENTASIKAN PADA SISTEM KENDALI BERBASIS PLC” yang menggunakan teknologi IoT dan MQTT serta integrasi MQTT ke SCADA, Hasil pengujian menunjukkan hasil yang baik antara data yang dikirim dan diterima tidak terjadi data hilang, namun kekurangan dari riset tersebut ialah menggunakan PLC yang memiliki harga cukup mahal dan tidak menggunakan mikro-kontroler.

Pada penelitian Heru Prasetyo dan Muhammad Agung Raharjo dengan judul “Pembuatan Sistem Timbangan *Online* Berbasis *Internet of Things*”, yang menggunakan sensor timbangan *load cell* HX711 dan ESP32. Hasil dari riset tersebut juga menunjukkan hasil yang baik antara timbangan digital dan tradisional, namun kekurangannya ialah hasil data yang terekam disimpan pada *SQL-Server* dan penggunaan *server* tersebut memakan cukup biaya.

2.2 Dasar Teori

2.1.1 *WTP (Water Treatment Plant)*

Water Treatment Plant (WTP) atau biasa disebut juga sebagai instalasi Pengolahan Air (IPA), merupakan salah satu teknik manajemen pengolahan air dan suplai air bersih untuk kegiatan domestik maupun kegiatan industri. *Water Treatment Plant* atau lebih populer dengan akronim WTP adalah bangunan utama pengolahan air bersih dengan cara tertentu dengan tujuan agar mendapatkan air dengan kualitas yang bagus dan bersih.

2.1.2 Golongan Air Minum

Air sering kali mengandung polutan, bahkan tetesan hujan yang jatuh dari langit pun tercemar oleh karbon dioksida dan debu. Air permukaan, yang biasanya menjadi sumber air minum, berasal dari danau, sungai, waduk, mata air, dan saluran pengairan. Sebagian besar pencemar dalam air permukaan berasal dari limbah industri dan rumah tangga.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 menetapkan standar kualitas air minum untuk kebutuhan hidup manusia, memastikan bahwa air tersebut tidak mengganggu kesehatan dan memiliki nilai estetika yang dapat diterima. Selain itu, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 mengklasifikasikan mutu air menjadi empat golongan:

1. Golongan I : Air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk minum dan keperluan lain yang memerlukan mutu serupa.

2. Golongan II : Air untuk sarana rekreasi, budidaya ikan air tawar, irigasi, peternakan, dan keperluan lain yang memerlukan kualitas yang sama.
3. Golongan III: Air untuk pembibitan ikan air tawar, pengairan tanaman, peternakan, dan penggunaan lain yang memerlukan kualitas serupa.
4. Golongan IV: Air untuk mengairi pertanaman dan keperluan lain yang memerlukan mutu yang sama.

Berdasarkan peraturan tersebut, kualitas air dalam kategori pertama dapat digunakan sebagai air baku minum, dengan parameter yang harus diperhatikan meliputi fisika, kimia, dan biologi. Dalam parameter fisika, elemen penting yang diperhatikan adalah turbiditas, padatan terlarut, warna, dan suhu. Untuk parameter kimia, yang diperhatikan adalah pH, sulfida, dan senyawa organik (seperti logam). Sedangkan dalam parameter biologi, elemen yang harus diperhatikan adalah coliform yaitu mikroorganisme yang biasa tumbuh di air yang dan dapat dijadikan patokan bahwa air tidak terkandung patogen.[8]

2.1.3 Air Baku

Air baku adalah air yang diambil dari sumber alami, seperti sungai, danau, atau sumur, yang belum mengalami proses pengolahan. Air ini berfungsi sebagai bahan dasar untuk berbagai keperluan, termasuk kebutuhan domestik, industri, dan pertanian. Kualitas air baku sangat penting untuk menentukan proses pengolahan yang diperlukan

sebelum air tersebut dapat digunakan. Beberapa parameter yang sering dianalisis dalam kualitas air baku meliputi pH, kekeruhan, kandungan bakteri, dan zat terlarut.

Pengolahan air baku biasanya diperlukan untuk menghilangkan kontaminan dan memenuhi standar kualitas air bersih. Proses pengolahan ini dapat mencakup koagulasi dan flokulasi, yang bertujuan untuk menggumpalkan partikel kecil menjadi lebih besar agar mudah diendapkan, diikuti dengan filtrasi untuk menghilangkan partikel padat melalui media filter. Disinfeksi juga merupakan langkah penting dalam pengolahan air, di mana klorin, ozon, atau sinar UV digunakan untuk membunuh mikroorganisme patogen.

Di Indonesia, standar kualitas untuk air baku diatur oleh Kementerian Kesehatan dan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), yang menetapkan batasan-batasan tertentu yang harus dipenuhi sebelum air dapat digunakan. Air baku memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, digunakan untuk kebutuhan domestik seperti minum, memasak, dan mandi, serta dalam industri untuk proses produksi dan pendinginan. Dalam pertanian, air baku digunakan untuk irigasi dan pemeliharaan tanaman.

Namun, pengelolaan air baku menghadapi berbagai tantangan, termasuk pencemaran dari limbah industri, pertanian, dan domestik, yang dapat mengancam kualitas sumber air. Selain itu, perubahan iklim dapat mempengaruhi ketersediaan air baku, sementara pertumbuhan

populasi meningkatkan permintaan akan air bersih, menambah tekanan pada sumber daya air yang ada. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang kualitas, pengolahan, dan tantangan dalam pengelolaan air baku sangat penting untuk menjaga keberlanjutan sumber daya air dan memastikan ketersediaan air bersih bagi masyarakat.

Parameter fisika air meliputi beberapa aspek penting yang dapat mempengaruhi kualitas dan keamanan air. Salah satunya adalah turbiditas, yang mengukur sejauh mana air keruh akibat partikel padat yang terlarut dari zat organik maupun non-organik.[9] Tingkat turbiditas yang tinggi dapat mengindikasikan adanya kontaminan dan dapat mempengaruhi proses pengolahan air. Selain itu, padatan terlarut juga menjadi parameter penting, yang mengacu pada jumlah total zat padat yang terlarut dalam air. Padatan terlarut yang tinggi dapat mempengaruhi rasa dan kualitas air, serta berpotensi mengganggu kesehatan. Warna air juga merupakan indikator penting, di mana perubahan warna dapat menunjukkan adanya zat organik atau anorganik yang terlarut, yang dapat mempengaruhi kualitas air secara keseluruhan.

Dari segi parameter kimia air meliputi beberapa parameter seperti pH adalah tingkat keasaman atau kebasaan air.[10] pH yang ideal untuk air minum biasanya berkisar antara 6,5 hingga 8,5. pH yang tidak sesuai dapat mempengaruhi kesehatan dan rasa air. Kemudian ada sulfida

kehadiran sulfida dalam air dapat menyebabkan bau tidak sedap dan berpotensi berbahaya bagi kesehatan dan ada juga senyawa organik adalah senyawa yang mengandung unsur karbon sebagai penyusun utamanya. Senyawa organik dapat berasal dari alam atau kegiatan manusia. Logam berat dan bahan organik termasuk dalam kategori ini dan kehadiran senyawa ini harus diminimalkan untuk menjaga kualitas air.

Semua parameter diatas dapat ditemukan dalam *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003* Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, selain parameter yang telah disebutkan masih banyak parameter air yang diatur oleh pedoman diatas sehingga air yang kita olah telah sesuai dengan pedoman yang dikeluarkan oleh pemerintah.

2.1.4 Proses Dalam Pengolahan Air

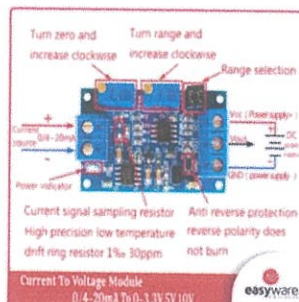
Proses pengolahan air dimulai dengan *koagulasi* dan *flokulasi*, di mana bahan kimia seperti tawas ditambahkan ke dalam air untuk menggumpalkan partikel-partikel kecil dan kotoran, membentuk flok yang lebih besar. Setelah itu, air dialirkan ke bak sedimentasi, di mana flok-flok tersebut mengendap ke dasar karena *gravitasi*, memisahkan partikel padat dari air. Selanjutnya, air melewati tahap filtrasi, di mana partikel-partikel kecil yang masih tersisa disaring menggunakan lapisan pasir, kerikil, atau media filter lainnya. Untuk memastikan air bebas dari bakteri, virus, dan *mikroorganisme* berbahaya, dilakukan proses

desinfeksi dengan menambahkan klorin, ozon, atau menggunakan sinar *ultraviolet*. Setelah itu, pengaturan pH dilakukan dengan menambahkan bahan kimia seperti kapur atau soda ash agar tingkat keasaman air sesuai dan aman untuk dikonsumsi. Terakhir, air yang telah bersih dan aman didistribusikan ke rumah-rumah atau industri melalui jaringan pipa. Proses-proses ini menjamin bahwa air yang kita gunakan sehari-hari memenuhi standar kesehatan dan layak konsumsi.

2.1.5 *Current to Voltage 0/4-20mA to 0-3.3V5V10V Signal Converter*

Dalam pemrosesan sebuah sinyal transmisi, terkadang jarak antara alat pengirim dan penerima bisa membuat voltase sinyal menurun, untuk menghindari hal tersebut maka dapat menggunakan metode mengirim arus dari pada voltase dengan adanya modul ini dapat menangani masalah tersebut. Modul ini mengubah keluaran arus dari sensor dengan rentang antara 0 – 20mA, ataupun 4 – 20mA menjadi bentuk voltase yang dapat dibaca oleh mikrokontroler ataupun alat sejenisnya untuk mengolah hasil keluaran sensor tersebut, penggunaan modul ini menjadi salah satu alternative dalam pengiriman sinyal transmisi. Keluaran voltase modul ini di rentang 0 - 3.3V, 0 – 5V, dan 0 – 10V untuk penggunaan daya sendiri modul ini menggunakan sumber daya antara 7 – 36V jika ingin keluaran voltase diatas 10V maka dapat menggunakan sumber daya bertegangan diatas 12V, input minimum tegangan dan *output* voltase pun dapat disesuaikan dengan kebutuhan terdapat potensio untuk mengatur

kebutuhan ini dan ada fungsi jumper pin untuk memilih kebutuhan komunikasi dalam alat ini.



Gambar 2. 1. *Voltage Converter*

2.1.6 ESP32-S2

ESP32 merupakan modul *microcontroller* terintegrasi yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*, mikrokontroler ini dapat digunakan untuk membuat berbagai sistem aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT). ESP32 memiliki modul WiFi dan Bluetooth yang terintegrasi di dalamnya. Modul ini mempunyai dua prosesor komputasi, *prosesor* pertama berfungsi untuk mengelola komunikasi via jaringan bluetooth dan wifi sedangkan prosesor kedua untuk menjalankan aplikasi, prosesor ESP32 berjenis *CPU dual-core Tensilica Xtensa LX6*. Dilengkapi memori RAM yang cukup besar untuk menyimpan data. Untuk proyek kali ini menggunakan versi ESP32-S2 yang menggunakan prosesor *single-core 32-bit LX7 microprocessor up to 240 MHz*

Tabel 2. 1 Perbedaan *ESP32* dan *ESP32-S2*

ESP32	ESP32-S2
ESP32 adalah mikrokontroler SOC berbiaya rendah dan berdaya rendah termasuk Wi-Fi &	ESP32-S2 adalah mikrokontroler berbasis Wi-Fi inti tunggal, berdaya rendah, dan sangat

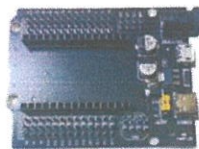
Bluetooth mode ganda.	terintegrasi.
Diluncurkan pada bulan September 2016.	Diluncurkan pada September 2019.
Prosesor utama yang digunakan adalah Tensilica Xtensa LX6.	Prosesor utama yang digunakan adalah Tensilica Xtensa LX7 .
ESP32 tidak hemat energi dibandingkan dengan ESP32-S2.	ESP32-S2 lebih hemat energi dibandingkan ESP32 dalam konsumsi daya RF & CPU.
SRAM berukuran 520KB.	SRAM berukuran 320KB.
ROM berukuran 448KB.	ROM berukuran 128KB.
Cachanya 64KB	Cache-nya 8/16KB.
Bluetooth yang digunakan adalah BLE 4.2.	Tidak memiliki Bluetooth.
Tidak memiliki koprosesor ULP.	Memiliki koprosesor ULP-RISC-V ULP.
Memiliki akselerator kriptografi seperti; SHA, RNG, AES & RSA.	Memiliki akselerator kriptografi seperti; RSA, SHA, AES, HMAC, RNG, dan Tanda Tangan digital.
Memiliki dua I2S.	Ia memiliki satu I2S .
Ia memiliki tiga UART .	Memiliki dua UART.
Termasuk 34 pin GPIO.	Termasuk 43 pin GPIO.
ADC – SAR-2 12-bit dan hingga 18 saluran.	ADC – SAR-2 13-bit dan hingga 20 saluran.
Frekuensi jamnya adalah 160/240 MHz.	Frekuensi jamnya adalah 240 MHz.
Memiliki enkripsi flash boot aman OTP 1024-bit.	Memiliki enkripsi flash boot aman OTP 4096-bit.
Flash eksternal berukuran hingga 16 MB perangkat dan 11 MB alamat + 248 KB setiap waktu.	Flash eksternal berkapasitas perangkat hingga 1 GB dan alamat 11,5 MB setiap waktu.
RSA hingga 4096 bit.	RSA hingga 4096 bit dengan opsi akselerasi yang ditingkatkan dibandingkan dengan ESP32.
OTP adalah 1024-bit.	OTP adalah 4096-bit.



Gambar 2. 2. *ESP32-S2*

2.1.7 ESP32-S2 Shield

Menurut penelitian (Jamaludin, Sultan, and Shah 2020) ESP32 Shield adalah sebuah alat yang di gunakan untuk mempermudah penggunaan ESP32. Dengan menggunakan ESP32 Shield maka dapat memperbanyak jumlah pin yang terdapat pada ESP32 dan pada saat merancang sebuah alat tidak lagi membutuhkan sebuah papan breadboard. Shield ini juga terdapat beberapa macam pin headar, di antara nya 5 Volt, 3,3 Volt dan di lengkapi dengan Groud. Cara menggunakan shield juga cukup mudah, hanya dengan memasang mikrokontroler ESP32 di tempat yang sudah di sediakan di atas ESP32 Shield. Terdapat variant untuk setiap jenis ESP32 dan tidak setiap varian shield akan cocok dengan ESP32, semisal ESP32 shield tidak akan cocok dipasangkan dengan versi ESP32-S2 karena jumlah pin dan penempatan yang berbeda maka dari itu pemilihan jenis shield dan ESP sangat penting.



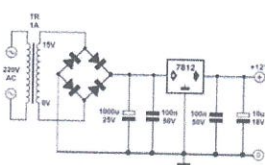
Gambar 2. 3. *ESP32-S2 Shield*

2.1.8 DC Power Supply

Catu daya *DC* (power supply) suatu rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus listrik searah. Catu daya merupakan bagian terpenting dalam elektronika yang memiliki fungsi sebagai sumber tenaga listrik. *Power supply* adalah perangkat yang memasok energi listrik ke satu atau lebih beban listrik. *Power supply* menggunakan modul AC 220V ke DC 12V 2A, yang dilengkapi dengan *overcurrent protection*, *overload protection* dan *short circuit protection*.



Gambar 2. 4. *Power Supply DC 12V*



Gambar 2. 5. Rangkaian *Power Supply 12V*

2.1.9 Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang mempunyai pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan

dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Intinya, kegunaan kabel jumper ini digunakan sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik.

Kabel jumper biasanya digunakan pada breadboard atau alat prototyping lainnya supaya lebih mudah untuk mengutak-atik rangkaian. Konektor yang terdapat pada ujung kabel terdiri dari konektor jantan (*male connector*) dan konektor betina (*female connector*). Konektor *female* berfungsi untuk menusuk dan konektor *male* berfungsi untuk ditusuk.

1. Kabel Jumper *Male to Male*



Gambar 2. 6. Kabel *Jumper Male to Male*

Kabel jumper jenis ini merupakan kabel yang sangat cocok untuk yang ingin membuat rangkaian elektronik di breadboard.

2. Kabel Jumper *Male to Female*



Gambar 2. 7. Kabel Jumper *Male to Female*

Kabel jenis ini mempunyai ujung konektor yang berbeda di tiap ujungnya, yaitu male dan female. Biasanya digunakan untuk menghubungkan komponen elektronika selain dari Arduino ke *breadboard*.

3. Kabel Jumper *Female to Female*

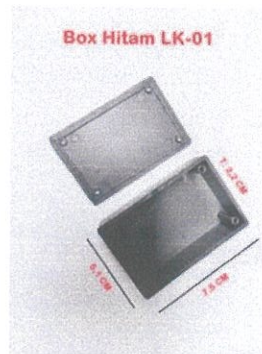


Gambar 2. 8. Kabel *Jumper Female to Female*

Kabel jenis ini merupakan kabel yang sangat cocok untuk menghubungkan antar komponen yang mempunyai header male. Misalnya, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DHT dan lain sebagainya.

2.1.10 *Box Case*

Merupakan sebuah box berwarna hitam yang memiliki fungsi sebagai sebuah case pelindung untuk komponen-komponen yang akan dipasang, ukuran box sendiri bervariasi untuk yang akan dipakai memiliki ukuran yaitu 21,5x14,5x8,5 cm, box ini sendiri tahan akan induksi arus listrik sehingga komponen-komponen di dalamnya akan aman.



Gambar 2. 9. Box Case

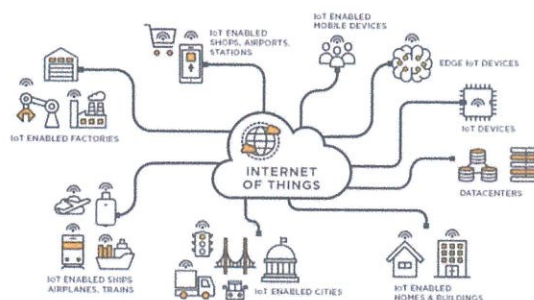
2.1.11 IoT (Internet of Things)

Diambil dari situs resmi *IBM* yang berjudul *Apa itu IoT? Internet of Things (IoT)* mengacu pada jaringan alat-alat fisik, kendaraan, perangkat, dan objek fisik lainnya yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, serta konektivitas jaringan, yang memungkinkan pengumpulan dan pertukaran data. Perangkat *IoT*, sering disebut sebagai "objek cerdas," dapat bervariasi dari alat "rumah cerdas" yang sederhana seperti termostat pintar, hingga perangkat yang dikenakan seperti jam tangan pintar dan pakaian berbasis *RFID*, serta sistem transportasi dan mesin industri yang rumit. Beberapa pengembang bahkan membayangkan "kota cerdas" yang sepenuhnya berfokus pada teknologi *IoT*. Teknologi *IoT* memungkinkan alat-alat cerdas ini untuk saling berinteraksi dan berkomunikasi dengan perangkat lain yang terhubung ke internet. Mirip dengan *smartphone* dan *gateway*, *IoT* membangun jaringan besar perangkat yang berinteraksi satu sama lain, yang mampu bertukar informasi dan melakukan berbagai fungsi secara mandiri, seperti memantau keadaan lingkungan di lahan pertanian,

mengatur pola lalu lintas dengan kendaraan cerdas dan alat otomotif pintar lainnya, mengelola mesin dan proses di pabrik, serta memantau persediaan dan pengiriman di tempat penyimpanan.

Gambar 2. 10. Skema *IoT*

2.1.12 *MQTT (Message Queue Telemetry Transport)*



Dikutip dari halaman resmi hivemq.com dan mqtt.org, *MQTT* adalah protokol pengiriman pesan yang paling umum digunakan dalam konteks *Internet of Things (IoT)*. *MQTT* merupakan singkatan dari *MQ Telemetry Transport*. Protokol ini terdiri dari serangkaian aturan yang mengatur bagaimana perangkat *IoT* dapat menerbitkan dan berlangganan data melalui *internet*. *MQTT* digunakan untuk pengiriman pesan dan pertukaran data antara perangkat *IoT* dan perangkat *IoT industri (IIoT)*, seperti mikrokontroler, sensor, dan PLC industri. Protokol ini beroperasi dengan menghubungkan perangkat melalui pola publikasi/berlangganan (*Pub/Sub*). Pengirim (*Publisher*) dan penerima (*Subscriber*) berkomunikasi melalui topik yang memisahkan keduanya. Koneksi antara pengirim dan penerima dikelola oleh *broker MQTT*, yang menyaring semua pesan masuk dan mendistribusikannya dengan tepat kepada pelanggan atau alat yang terhubung.

Protokol ini awalnya dirancang oleh Andy Stanford-Clark (*IBM*) dan Arlen Nipper pada tahun 1999 untuk menghubungkan sistem telemetri pipa minyak melalui satelit. Meskipun awalnya merupakan protokol milik perusahaan, *MQTT* dirilis bebas royalti pada tahun 2010 dan diakui sebagai standar *OASIS* pada tahun 2014.

2.1.13 Versi Protokol *MQTT*

MQTT sendiri memiliki beberapa versi yang sudah berjalan sampai sekarang.

1. *MQTT 3.1*

Dirilis pada tahun 2010 kemudian menjadi versi pertama yang banyak diadopsi secara luas. Memperkenalkan konsep dasar seperti *publish/subscribe*, *topics*, dan *Quality of Service (QoS)*.

2. *MQTT 3.1.1*

Dirilis pada tahun 2014, memperbaiki beberapa masalah dari versi 3.1 dan menambahkan beberapa fitur baru. Menyediakan dukungan untuk *UTF-8* dalam *topic names* dan *payload*. Memperjelas beberapa aspek dari spesifikasi, termasuk pengelolaan koneksi dan pengaturan *keep-alive*.

3. *MQTT 5.0*

Ini adalah versi *MQTT* yang sering kita pakai sekarang, memiliki beberapa spesifikasi seperti, dirilis pada tahun 2019. Menambahkan banyak fitur baru untuk meningkatkan fungsionalitas dan fleksibilitas. Memperkenalkan *User Properties*, yang memungkinkan pengiriman metadata tambahan dengan pesan. Menyediakan *Reason Codes* untuk memberikan umpan balik yang

lebih jelas tentang status operasi. Memperkenalkan *Session Expiry*, yang memungkinkan pengelolaan sesi yang lebih baik. Menyediakan dukungan untuk *shared subscriptions*, yang memungkinkan beberapa pelanggan untuk berbagi langganan pada topik yang sama.

2.1.14 Perangkat Lunak *SCADA Haiwell*

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) merupakan struktur sistem pengendali yang meliputi komputer, komunikasi data jaringan, dan antarmuka pengguna grafis untuk memantau mesin serta proses tingkat atas. Ini juga mencakup sensor serta perangkat lainnya, seperti pengontrol logika terprogram, yang berinteraksi dengan pabrik proses atau mesin. Antarmuka operator yang memungkinkan pemantauan dan pengeluaran perintah proses, seperti perubahan titik pengaturan pengontrol, ditangani melalui sistem komputer *SCADA*. Operasi subordinasi, seperti kontrol logika waktu nyata atau perhitungan pengendali, dilakukan oleh modul jaringan yang terhubung ke sensor lapangan dan aktuator.

Scada sendiri memiliki beberapa jenis atau versi yang sudah dipakai dalam industri seperti :

1. *SCADA Berbasis PC (PC-Based SCADA)*

Sistem *SCADA* ini berjalan di komputer pribadi atau workstation. Biasanya digunakan untuk aplikasi yang lebih kecil dan tidak memerlukan infrastruktur yang kompleks. Kelebihan dari jenis

ini ialah biaya lebih rendah mudah diinstal dan dikelola. Sedangkan kekurangan-nya ialah terbatas dalam hal skalabilitas dan kemampuan pemrosesan.

2. **SCADA Berbasis Web (Web-Based SCADA)**

Sistem ini menggunakan teknologi *web* untuk memberikan akses ke data dan kontrol dari mana saja melalui *browser*. Ini memungkinkan pemantauan jarak jauh yang lebih fleksibel. Kelebihan jenis ini adalah aksesibilitas tinggi dari berbagai perangkat, memudahkan kolaborasi dan pemantauan jarak jauh. Sedangkan untuk kekurangan sendiri yaitu bergantung pada koneksi internet yang stabil dan memiliki potensi risiko keamanan siber yang lebih tinggi.

3. **SCADA Berbasis Cloud (Cloud-Based SCADA)**

Sistem *SCADA* ini *dihosting* di *cloud*, memungkinkan penyimpanan data dan pemrosesan di server jarak jauh. Ini memberikan fleksibilitas dan skalabilitas yang lebih besar. Kelebihan jenis ini adalah Skalabilitas yang tinggi dan biaya pemeliharaan yang lebih rendah. Akses data secara real-time dari lokasi mana pun. Sedangkan kekurangan-nya terdapat ketergantungan pada penyedia layanan cloud dan beberapa masalah privasi dan keamanan data.

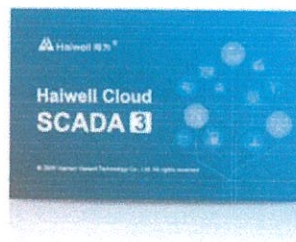
4. **SCADA Terdistribusi (Distributed SCADA)**

Sistem ini terdiri dari beberapa unit *SCADA* yang terhubung, yang memungkinkan pengelolaan dan pemantauan dari lokasi yang

berbeda. Cocok untuk aplikasi yang mencakup area geografis yang luas. Kelebihan dari system ini mampu mengelola sistem yang lebih besar dan kompleks, redundansi dan keandalan yang lebih baik. Namun dari segi kekurangan memerlukan infrastruktur yang lebih kompleks dan biaya yang lebih tinggi.

5. *SCADA Berbasis PLC (PLC-Based SCADA)*

Sistem ini mengintegrasikan *SCADA* dengan *Programmable Logic Controllers (PLC)* untuk kontrol otomatisasi industri. *PLC* bertindak sebagai pengumpul data dan pengendali proses. Kelebihan system ini sendiri dari segi kontrol yang lebih presisi dan responsive, integrasi yang baik dengan perangkat keras industri. Sedangkan kekurangan dari system ini memerlukan pemahaman teknis yang lebih dalam untuk pengaturan dan pemeliharaan.



Gambar 2. 11. Software *SCADA Haiwell*

2.1.15 *Android Studio*

Dikutip dari halaman resmi android developer, *Android Studio* [11] adalah *Integrated Development Environment (IDE)* resmi yang dikembangkan oleh *Google* untuk pengembangan aplikasi *Android*.

IDE ini dirancang untuk memberikan alat dan fitur yang diperlukan bagi pengembang untuk membuat aplikasi *Android* yang berkualitas tinggi. Ada beberapa fitur utama dalam *IDE* ini seperti dilengkapi dengan editor kode yang canggih, yang mendukung penyorotan sintaks, penyelesaian otomatis, dan *refactoring*[12] kode. Ini membantu pengembang menulis kode dengan lebih efisien. Menyediakan alat desain visual yang memungkinkan pengembang untuk merancang antarmuka pengguna (*UI*)[13] aplikasi dengan *drag-and-drop*. [14]

Dilengkapi dengan *emulator* yang memungkinkan pengembang untuk menguji aplikasi mereka di berbagai perangkat virtual tanpa memerlukan perangkat fisik, mendukung integrasi dengan sistem kontrol versi seperti *Git*[15], memudahkan kolaborasi tim dan manajemen kode sumber.

Mendukung pengembangan aplikasi menggunakan bahasa pemrograman *Java* dan *Kotlin*. *Kotlin*[16], yang diperkenalkan sebagai bahasa resmi untuk pengembangan *Android*, menawarkan sintaks yang lebih bersih dan fitur modern. Menyediakan akses ke berbagai *library* dan *framework*[17], seperti *Android Jetpack*, yang membantu pengembang dalam mengimplementasikan fitur-fitur umum dengan lebih cepat dan efisien. Dengan adanya *Android Studio*, pengembang dapat membuat aplikasi untuk berbagai versi *Android* dan perangkat, termasuk *smartphone*, *tablet*, dan perangkat *wearable*, *Android Studio* sendiri memiliki komunitas pengembang yang besar dan aktif, serta

dokumentasi resmi yang lengkap hal ini memudahkan pengembang untuk menemukan solusi dan mendapatkan bantuan saat menghadapi masalah.



Gambar 2. 12. *Android Studio*

2.1.16 Bahasa Pemrograman *Flutter*

Dikutip dari halaman codingstudio.id *Flutter*[18] adalah *cross-framework* [19] aplikasi mobile yang diciptakan oleh Google yang populer di kalangan *developer* karena penggunaannya lebih mudah.

Mobile flutter adalah *platform* yang kini sudah banyak digunakan oleh *flutter developer* untuk menciptakan aplikasi dengan desain yang menarik dengan hanya memanfaatkan satu jenis *base coding (codebase)*. Dengan begitu, aplikasi tersebut bisa diunduh dan digunakan di berbagai platform, dari *Android, iOS, website*, hingga *desktop*. *Flutter* sebenarnya sudah dikembangkan oleh *Google* sejak tahun 2015.

Dengan menggunakan *flutter*, *developer* bisa melakukan kostumisasi penampilan *UI* dan desain sesuai keinginan, sehingga bisa

didesain dengan bagus dan unik dan berbeda dengan aplikasi mobile lain.

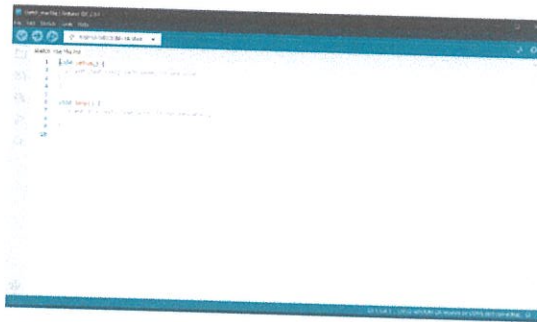


Gambar 2. 13. *Flutter Program*

2.1.17 *Arduino IDE*

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode ke papan pengembangan *Arduino*. *IDE* ini dirancang untuk memudahkan pengembang, baik pemula maupun berpengalaman, dalam membuat proyek berbasis *Arduino* maupun mikrokontroler yang memiliki Bahasa pemrograman yang sama dengan *Arduino*. *IDE* ini memiliki beberapa keunggulan seperti antarmuka pengguna *Arduino IDE* dirancang agar mudah digunakan, dengan area untuk menulis kode, mengakses menu, dan melihat output dari papan *Arduino*.

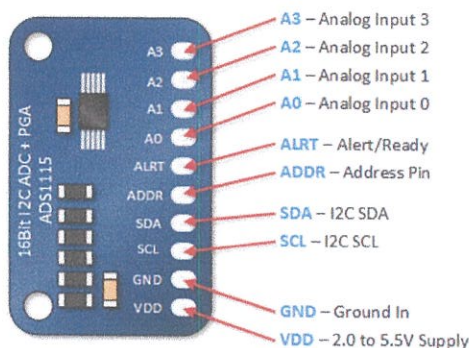
Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman *C/C++* dengan beberapa pustaka tambahan yang disediakan oleh *Arduino*. *Arduino IDE* menyediakan berbagai pustaka yang memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengakses dan menggunakan berbagai sensor, modul, dan perangkat keras lainnya. Serta mendukung berbagai jenis papan *Arduino*, termasuk *Arduino Uno*, *Mega*, *Nano*, dan banyak lagi sehingga pengguna dapat memilih papan yang sesuai dengan proyek mereka.



Gambar 2. 14. *Arduino IDE*

2.1.18 Modul *ADS1115*

Modul *ADS1115*[20] adalah sebuah konverter analog ke digital (*ADC*) dengan resolusi *16-bit* yang digunakan untuk mengubah data. sinyal analog menjadi data digital dengan presisi tinggi. Modul ini memiliki empat input analog yang bisa dipilih, dan berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui protokol *I2C*, sehingga mudah diintegrasikan dengan berbagai perangkat seperti *Arduino* atau *Raspberry Pi*. *ADS1115* juga dilengkapi dengan *programmable gain amplifier (PGA)* yang memungkinkan penguatan sinyal kecil agar dapat diukur dengan lebih akurat. Modul ini sangat cocok digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan pengukuran sinyal analog dengan tingkat



Gambar 2. 15. Modul *ADS1115*

2.1.19 Sensor Turbidity Arduino

Dikutip dari halaman resmi wikidfrobot, sensor kekeruhan gravitasi Arduino mendeteksi kualitas air dengan mengukur tingkat kekeruhan, atau kepekatannya. Sensor ini menggunakan cahaya untuk mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan mengukur transmitansi cahaya dan laju hamburan, yang berubah seiring dengan jumlah padatan tersuspensi total (TSS) dalam air. Seiring meningkatnya TSS, tingkat kekeruhan cairan juga meningkat.

Sensor cairan ini menyediakan mode keluaran sinyal analog dan digital. Ambang batas dapat disesuaikan saat dalam mode sinyal digital.



Gambar 2. 16. Sensor *Turbidity Arduino*