

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)

Air adalah salah satu kebutuhan yang sangat vital dan mutlak diperlukan oleh semua makhluk hidup terutama manusia. Dalam kehidupannya sehari-hari, manusia tidak mungkin terlepas dari kebutuhannya akan air. Karena itulah penyediaan air bersih sangat diperlukan untuk keperluan konsumsi.

Perusahaan Daerah Air Minum yang merupakan kepanjangan PDAM adalah salah satu unit usaha milik daerah, yang bergerak dalam distribusi air bersih bagi masyarakat umum. PDAM terdapat di setiap provinsi, kabupaten, dan kotamadya di seluruh Indonesia.



Gambar 2. 1 Logo PDAM Tirta Musi[1]

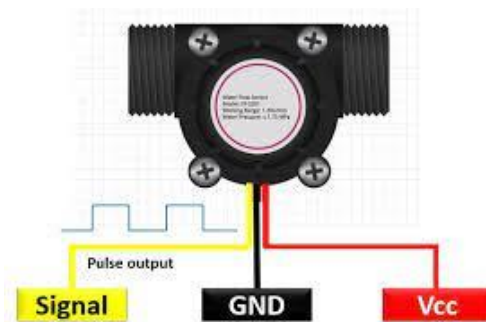
PDAM merupakan perusahaan daerah yang memberikan jasa penyediaan air kepada seluruh penduduk masyarakat Indonesia yang membutuhkan. PDAM mengecek jumlah penggunaan air pada masing-masing pelanggan setiap bulan dengan mengirimkan petugas ke rumah pelanggan untuk mengecek dan mencatat jumlah penggunaan air melalui meter air.

Penggunaan meteran air PDAM dan kran pengisian pada bak hampir disetiap rumah di daerah kota ataupun kabupaten di Indonesia sudah terpasang karena sesuai dengan program pemerintah daerah untuk menyalurkan air bersih kepada masyarakat. Saat ini PDAM mendistribusikan air masih menggunakan meteran air yang terpasang, meteran air yang digunakan jenis meteran air analog. Untuk setiap perhitungan pemakaian air pelanggan dapat dilihat dari besaran angka pada meteran air tersebut.

2.2 Water Flowmeter YF - S201

Water flowmeter merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur aliran suatu zat baik itu berupa zat cair ataupun gas yang melalui suatu luas penampang tertentu. *Flowmeter* dalam proses kerjanya saat mengukur aliran akan menghasilkan suatu nilai keluaran yakni *flowrate* atau yang biasa kita dengar dalam kehidupan sehari-hari sebagai debit aliran. Debit aliran dari keluaran *flowmeter* dinyatakan dalam liter/hour, satuan tersebut dapat diperkecil lagi menjadi liter/menit atau liter/detik sesuai dengan kebutuhan.[2]

Gambar 2.1 memperlihatkan salah satu bentuk *water flowmeter* YF - S201:



Gambar 2. 2 *Water Flowmeter YF - S201*[3]

Pada perancangan yang akan dilaksanakan oleh penulis menggunakan *flowmeter* dengan tipe *YF-S201 G1/2* dimana tipe ini mampu mengukur debit air 1 sampai 30 liter/menit, spesifikasi dari sensor tersebut adalah sebagai berikut:

| | |
|---------------------|--------------|
| Tegangan input | : 5-V DC |
| Tekanan maksimal | : 1.75 Mpa |
| Kapasitas | : 1-30 L/min |
| Panjang kabel | : 10.5 cm |
| Diameter luar | : 1.9 cm |
| Diameter dalam | : 1.1 cm |
| Maksimal arus kerja | : 15 Ma |

Prinsip kerja dari *flowmeter* jenis ini ialah dengan menghitung putaran kincir yang terletak didalam sensor yang otomatis berputar ketika air melewatinya. Dalam kincir tersebut diletakan sebuah rotor yang mempunyai magnet, saat kincir berputar karena

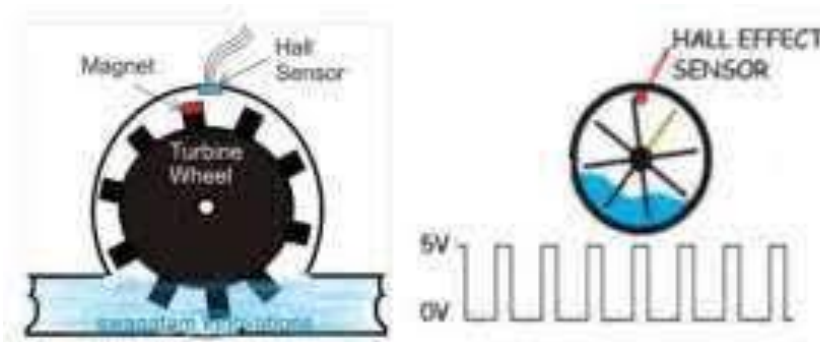
terpaan aliran air maka akan dihasilkan medan, berdasarkan ada dan tidaknya medan magnet saat rotor berputar maka akan dihasilkan sinyal keluaran berupa gelombang kotak, sinyal keluaran inilah yang nantinya digunakan untuk menghitung volume dan debit air yang melewati sensor tersebut.

Tabel 2.1 berikut ini merupakan komponen dari *water flowmeter* sensor:

| No. | Name | Quality | Material |
|-----|----------------------|---------|------------------------|
| 1 | Valve Body | 1 | PA66+33%glass fiber |
| 2 | Stainless Steel Bead | 1 | Stainless Steel SUS304 |
| 3 | Axis | 1 | Stainless Steel SUS304 |
| 4 | Impeller | 1 | POM |
| 5 | Ring Magnet | 1 | Ferrite |
| 6 | Middle Ring | 1 | PA66+33%glass fiber |
| 7 | O-Seal Ring | 1 | Rubber |
| 8 | Electronic Seal Ring | 1 | Rubber |
| 9 | Cover | 1 | PA66+33%glass fiber |
| 10 | Screw | 1 | Stainless Steel SUS304 |

Tabel 2. 1 Komponen *Water Flowmeter Sensor*

Water Flow Sensor ini terdiri atas katup plastik, *rotor* air, dan sebuah sensor *hall effect* (jenis sensor magnetik yang dapat digunakan untuk mendeteksi kekuatan dan arah medan magnet). Ketika air mengalir melalui pipa dalam sensor ini, maka akan mengenai *rotor*, dan membuatnya berputar. Dimana kecepatan putar dari pada *rotor* tersebut akan berubah ketika kecepatan aliran air berubah pula. *Output* dari sensor *hall effect* akan sebanding dengan pulsa yang dihasilkan *rotor*. Selanjutnya nilai pulsa yang dihasilkan oleh sensor tersebut diteruskan kepada bagian mikrokontroler yang akan diolah sehingga akan menghasilkan nilai angka dalam meter kubik dan akan dikalkulasikan dengan harga yang berlaku [4].



Gambar 2. 3 Prinsip kerja sensor water flow meter[5]

Proses kalkulasi dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

- Rumus penghitung Flow rate:

$$\text{Flow rate} = \text{pulse count} / 7.5 \dots \dots \dots (1)$$

- Rumus penghitung Flow milliliter:

$$\text{Flow milliliter} = (\text{Flow rate} / 60) * 1000 \dots \dots \dots (2)$$

- Rumus penghitung Flow liter:

$$\text{Flow liter} = (\text{Total milliliter} / 1000) \dots \dots \dots (3)$$

- Rumus penghitung Flow kubik:

$$\text{Meter kubik} = (\text{Flow liter} / 1000) \dots \dots \dots (4)$$

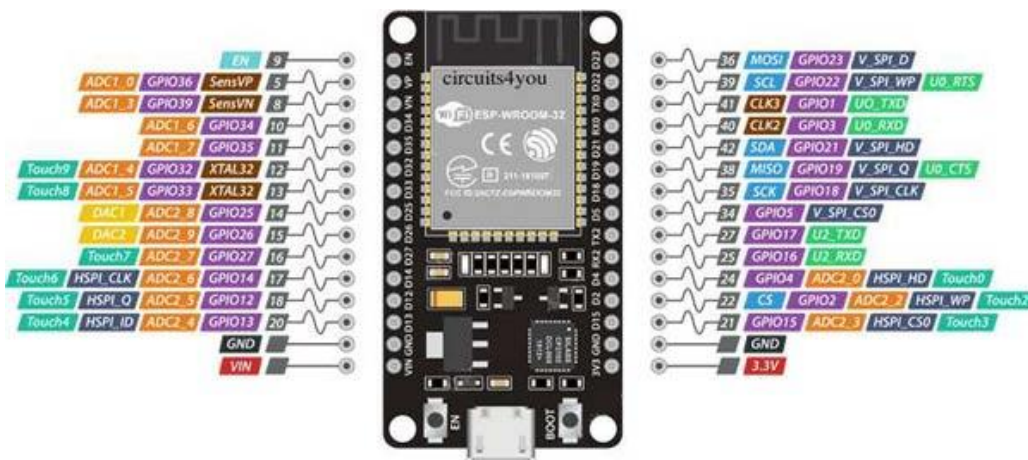
Dari rumusan di atas untuk mendapatkan nilai satu liter air diperoleh dari:

Kecepatan alir dibagi dengan 7.5. Yang mana laju alir ini didapat dari *output* sensor yang kemudian dibagi dengan 7.5. Sedangkan nilai 7.5 adalah nilai proses *kalibrasi* yang ditentukan oleh *Data Sheet*. Hasil kecepatan alir dibagi 60 dan dikali dengan 1000, yang tujuannya untuk mendapatkan nilai dalam mililiter.[6]

Selanjutnya harga mililiter ini akan selalu menjumlahkan secara *continue*. Dan terakhir total mililiter yang dijumlahkan secara *continue* dibagi dengan 1000 yang bertujuan untuk mengkonversi nilai debit air dalam Liter. Setelah angka dan rumusan tersebut dimasukan kedalam sebuah program, dengan format yang berlaku, maka NodeMCU ESP 32 akan mengeluarkan *output* berupa nilai harga dan total jumlah pemakaian air sampai pada saat itu.

2.3 NodeMCU ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada ESP32 ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things.[7] Module ESP32 merupakan penerus dari module ESP8266 yang cukup populer untuk Aplikasi IoT. Pada ESP32 terdapat inti CPU serta Wi-Fi yang lebih cepat, GPIO yang lebih, dan mendukung Bluetooth Low Energy.



menentukan pin mana yang digunakan. Pin yang diberi highlight hijau, bisa digunakan di dalam project. Sedangkan pin dengan highlight kuning bisa digunakan namun dengan catatan yang perlu diperhatikan, karena terdapat perilaku yang tak terduga terutama saat proses boot. Pin dengan highlight merah tidak direkomendasikan sebagai input ataupun output.

| GPIO | Input | Output | Catatan |
|------|-----------|--------|---|
| 0 | Pulled Up | OK | Output sinyal PWM saat boot |
| 1 | TX Pin | OK | Output debug saat boot |
| 2 | OK | OK | Terhubung ke LED on board |
| 3 | OK | TX Pin | HIGH saat boot |
| 4 | OK | OK | Output sinyal PWM saat boot |
| 5 | OK | OK | Terhubung dengan SPI Flash terintegrasi |
| 6 | x | x | Terhubung dengan SPI Flash terintegrasi |
| 7 | x | x | Terhubung dengan SPI Flash terintegrasi |
| 8 | x | x | Terhubung dengan SPI Flash terintegrasi |
| 9 | x | x | Terhubung dengan SPI Flash terintegrasi |
| 10 | x | x | Terhubung dengan SPI Flash terintegrasi |
| 11 | x | x | Terhubung dengan SPI Flash terintegrasi |
| 12 | OK | OK | Boot gagal saat mendapatkan input high |
| 13 | OK | OK | |
| 14 | OK | OK | Output sinyal PWM saat boot |
| 15 | OK | OK | Output sinyal PWM saat boot |
| 16 | OK | OK | |
| 17 | OK | OK | |
| 18 | OK | OK | |
| 19 | OK | OK | |
| 20 | OK | OK | |

Tabel 2. 2 Pin *Input & Output* ESP32

2.3.1 Memori

Terdapat tiga jenis memori yang terdapat pada NodeMCU ESP32 yaitu :

1. Flash Memory, memori yang digunakan untuk menyimpan sketch/ program NodeMCU ESP32. Flash Memory adalah media penyimpanan yang berjenis “*non-volatile*” Jenis perangkat yang mampu menyimpan data secara permanen bahkan ketika

tidak ada daya listrik yang diberikan

2. SRAM (*Static Random Access Memory*), memori yang digunakan untuk menyimpan data variabel sementara. Memori SRAM (*Static Random Access Memory*) adalah tipe memori yang digunakan untuk menyimpan data. Data dalam memori ini akan hilang ketika daya ke mikrokontroler ditiadakan (*volatile*).
3. EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*), memori yang menyimpan data variabel dalam jangka waktu yang lama. EEPROM merupakan salah satu jenis memori yang memiliki alamat (*address*) yang didalam terdapat data (*value*). Pada NodeMCU ESP32 yang digunakan memiliki memori EEPROM sebesar 512 *kBytes*. EEPROM memiliki alamat sebanyak 1024 atau mulai dari 0 – 1023 dimana setiap alamat memiliki data sebesar 8 bit atau bernilai 0 – 255. Memori EEPROM tidak terhapus walaupun tanpa dialiri listrik.

2.3.2 Komunikasi

NodeMCU ESP32 telah melengkapi komunikasi serial dengan *port library* yang memudahkan untuk memprogram, yaitu :

1. *Serial Available*, digunakan untuk menyatakan angka, *bytes* atau karakter yang sudah siap dibaca dari *serial port*.
2. *Serial Begin*, digunakan untuk mengatur *baudrate*/ kecepatan transmisi data. Beberapa pilihan kecepatan komunikasi data yang dapat digunakan pada board NodeMCU ESP32 adalah 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600 atau 115200. Pengaturan *baudrate* dilakukan pada bagian *setup*.
3. *Serial End*, digunakan untuk menutup komunikasi *serial port*.
4. *Serial Find*, digunakan untuk membaca data dari *serial port buffer* hingga target yang ditentukan dalam perintah.
5. *Serial Print*, digunakan untuk menampilkan data ke serial monitor. Data yang ditampilkan dapat berupa karakter, *bytes*, atau angka.
6. *Serial Read*, digunakan untuk membaca data dari *serial port*.
7. *Serial Write*, digunakan untuk membaca data biner dari *serial port*.

2.3.3 Debit Air

Debit aliran air merupakan jumlah aliran air yang melalui suatu penampang seperti sungai, pipa atau kran dalam kurun waktu tertentu, dengan satuan liter per jam. Namun satuan tersebut tidak selalu harus dinyatakan dalam liter per jam saja, bisa saja satuan tersebut diperkecil untuk membuat pembacaan debit air lebih teliti, misalnya dengan mengubahnya menjadi liter per menit ataupun liter per detik sesuai dengan ketelitian yang diinginkan.

Suatu aliran air dikatakan ideal apabila aliran tersebut memiliki kecepatan yang tetap disetiap titik dalam pipa akibat pengaruh dari gaya gravitasi bumi. Pengukuran tentang jumlah air yang mengalir merupakan suatu hal yang penting untuk dilakukan karena hal tersebut dapat menjadi acuan untuk *memonitoring* dan mengontrol air yang digunakan setiap harinya. Melalui pemantauan pemakaian air banyak manfaat yang didapatkan diantaranya adalah dapat lebih berhemat air.

Di dalam pengukuran air ini telah berkembang beberapa metode dalam menentukan debit aliran. Penentuan pemakaian metode tersebut dipengaruhi oleh tempat aliran air itu sendiri. Pada aliran sungai dan aliran air yang melalui pipa memiliki metode yang berbeda dalam proses perhitungannya.

Untuk menentukan debit air menggunakan persamaan:

$$Q = V/t \quad (5)$$

di mana :

Q = Debit (liter/s)

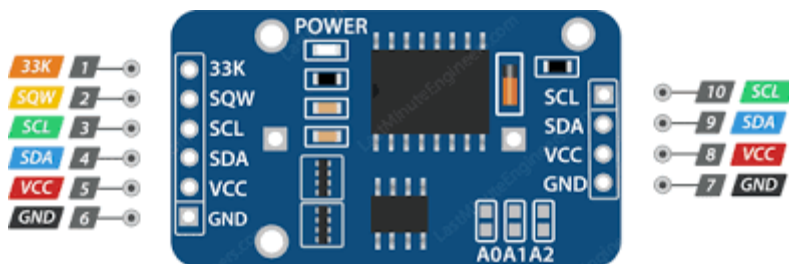
V = Volume (liter)

t = Waktu (s)

2.4 Real Time Clock (RTC) DS 3231

Module DS3231 RTC adalah salah satu jenis modul yang dimana berfungsi sebagai *real time clock* (RTC) atau pewaktuan digital serta penambahan fitur pengukur suhu yang dikemas kedalam 1 IC. Selain itu pada modul terdapat IC EEPROM tipe AT24C32 yang dapat dimanfaatkan juga. Interface atau antarmuka untuk mengakses modul ini yaitu menggunakan I2C atau two wire (SDA dan SCL). Sehingga apabila diakses menggunakan mikrontroler misal Arduino Uno pin yang dibutuhkan 2 pin saja dan 2 pin power. Module DS3231 RTC ini pada umumnya sudah tersedia dengan battery CR2032 3V yang berfungsi

sebagai back up RTC apabila catudaya utama mati. DS3231 RTC ini memiliki banyak kelebihan. Sebagai contoh untuk range VCC input dapat disupply menggunakan tegangan antara 2.3V sampai 5.5V dan memiliki cadangan baterai. Selain itu, terdapat juga EEPROM AT24C32 yang bisa memberi Anda 32K EEPROM untuk menyimpan data, ini adalah pilihan terbaik untuk aplikasi yang memerlukan untuk fitur data logging, dengan presisi waktu yang lebih tinggi [9]



Gambar 2. 5 Real Time Clock (RTC) DS 3231[10]

2.4.1 Komfigurasi Pin Pada RTC DS3231

DS3231 adalah perangkat dengan enam terminal, dua diantaranya tidak wajib untuk digunakan, sehingga pada dasarnya kita memiliki 4 (empat) pin utama. Empat pin utama ini namanya juga dicantumkan di sisi modul yang sebelahnya

1. SCL, sebagai serial data clock.
2. SDA, sebagai serial data.
3. VCC, sebagai catu daya positif.
4. GND, sebagai catu daya negatif.
5. 32K, sebagai keluaran frekuensi 32 KHz.
6. SQW, sebagai sinyal kotak (square wave) keluaran[11].

2.5 Meteran Air

Meteran air merupakan salah satu alat untuk mengukur volume dari air pada jaringan perpipaan guna melayani pemakai, baik perorangan maupun kelompok dengan mencermati aspek teknis serta non teknis, sehingga masyarakat bisa dengan mudah mendapatkan air dengan jumlah tertentu, mutu yang sesuai persyaratan air minum untuk kesehatan. Aspek non teknis dibutuhkan dalam operasi serta perawatan meter air ialah dapat dibaca petugas maupun masyarakat sendiri, sehingga mudah mengetahui konsumsi air dengan pasti. Sejalan dengan kebutuhan maka sistem

pelayanan air minum akan terus berubah dan dikembangkan.

Meter air sangat penting bagi perusahaan air minum untuk memonitor secara terus menerus pemakaian air pelanggan sehingga didapat rekening tagihan bulanan yang akurat, selain itu juga berfungsi untuk mengontrol dan mengendalikan pemakaian air pelanggan sesuai dengan kebutuhan.

Gambar 2.5 dibawah ini merupakan bagian dalam dari meteran air.

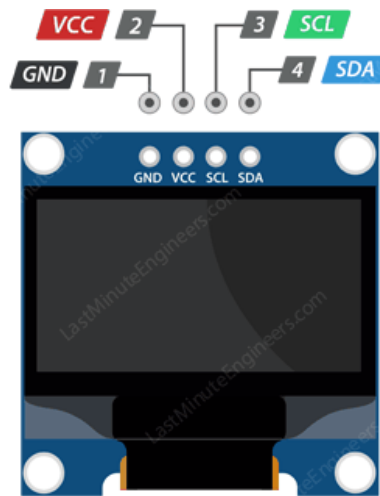


Gambar 2. 6 Meteran Air[12]

2.6 OLED display

OLED adalah singkatan dari (*Organic Light-Emitting Diode*) atau sering disebut juga dengan organic LED. Teknologi ini banyak digunakan sebagai komponen penyusun layar monitor, baik televisi hingga smartphone. Berbeda dengan teknologi lain yang masih menggunakan lampu latar, OLED dapat memberikan tampilan cahaya yang memancar sendiri tanpa bantuan lampu latar.

Selain mampu menampilkan cahaya sendiri, OLED juga memiliki beberapa keunggulan lain yang tidak kalah menarik. Mulai dari tampilan gambar yang lebih superior, rasio kontras yang tidak terbatas, hingga hemat daya atau energi. Tak heran, kini banyak teknologi yang menggunakan teknologi OLED untuk memberikan pengalaman yang menarik bagi pengguna. OLED terbagi menjadi 2 ukuran yaitu 128 x 32 0,91 inch dan 128 x 64 0,96 inch.



Gambar 2. 7 *OLED display*[13]

1. Nomor Pin 1 sebagai Ground pin modul
2. Nomor Pin 2 Vdd Vcc, 5V Power pin (dapat ditoleransi 3-5V)
3. Nomor Pin 3 SCK D0, SCL, CLK Bertindak sebagai pin jam. Digunakan untuk I2C dan SPI
4. Nomor Pin 4 SDA D1, MOSI Data pin modul. Digunakan untuk IIC dan SPI
5. Nomor pin 5 RES RST, RESET Mereset modul (berguna selama SPI)
6. Nomor Pin 6 Pin Perintah Data DC A0. Digunakan untuk protokol SPI
7. Nomor Pin 7 CS Chip Select Berguna bila lebih dari satu modul digunakan di bawah protokol SPI.

2.7 Relay

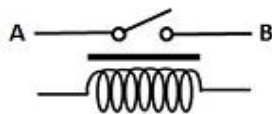
Relay adalah sebuah komponen atau perangkat saklar menjalankannya memakai listrik *Relay* terdiri dari dua bagian utama yaitu *coil* dan kontak saklar atau mekanikal.

Fungsi relay saat di aplikasikan dalam sebuah komponen elektronika antara lain adalah :

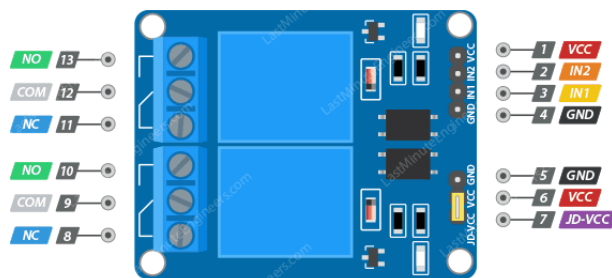
1. Mengatur sebuah rangkaian elektronika tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah.
- 2 Menjalankan fungsi gerbang logika yaitu gerbang logika NOT
- 3 Mengatur fungsi penundaan waktu.
- 4 Melindungi motor atau komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau konsleting.

Di dalam relay terdapat kumparan elektromagnetik, jika kumparan tersebut dialiri sumber listrik maka akan menimbulkan medan magnet kemudian akan menarik tuas sehingga mengubah posisi dari kontak switch yang ada, yaitu dari yang sebelumnya NO (Normaly Open – Kontak Terbuka) yaitu saat relay tidak di beri tegangan menjadi NC (Normaly Close – Kontak Terhubung) yaitu saat relay di beri tegangan[14]

Simbol Relay



Gambar 2. 8 *Simbol Relay*[14]



Gambar 2. 9 *Modul Relay 2 Channel*[15]

2.8 Pompa air DC 12V Tekanan tinggi

Pompa Air DC merupakan jenis pompa yang menggunakan motor dc dan tegangan searah sebagai sumber tenaganya[8]. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor, 15 sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Pompa Air DC memiliki 3 bagian dasar :

1. Bagian yang tetap/stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.
2. Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.
3. *Gear Box* yang dipasang pada pompa. *Gear box* ini didalamnya terdapat gear yang dipasang pada ujung rotor untuk menghisap air. Gaya elektromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh megnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan.



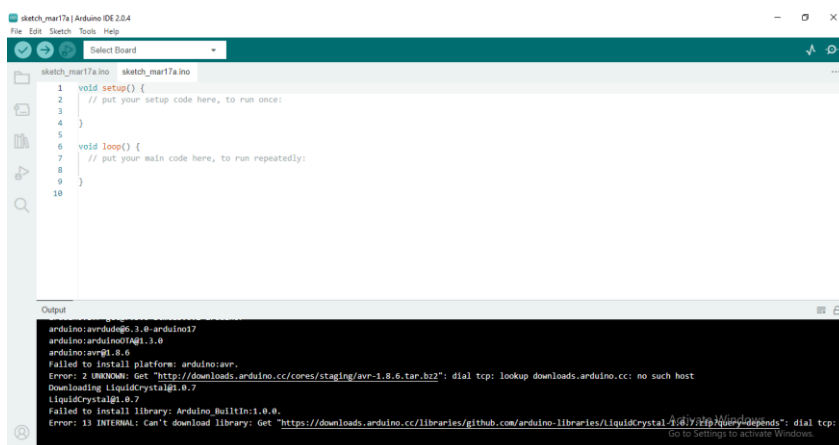
Gambar 2. 10 Water pump 12V[16]

2.9 Integrated Development Environment (IDE)

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat 29 operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.

Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi *.ino*. Teks editor pada Arduino Software memiliki fitur” seperti *cutting/paste* dan *seraching/replacing* sehingga memudahkan kamu dalam menulis kode program. Pada *Software* Arduino IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan *Sotware* Arduino IDE, menunjukkan *board* yang terkonfigurasi beserta *COM Ports* yang digunakan.

- *Verify* berfungsi untuk melakukan *checking* kode yang kamu buat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum.
- *Upload* Berfungsi untuk melakukan kompilasi program atau kode yang kamu buat menjadi bahsa yang dapat dipahami oleh mesih alias si Arduino.
- *New* berfungsi untuk membuat *Sketch* baru.
- *Open* Berfungsi untuk membuka *sketch* yang pernah kamu buat dan membuka kembali untuk dilakukan editing atau sekedar *upload* ulang ke Arduino.
- *Save* Berfungsi untuk menyimpan *Sketch* yang telah kamu buat.
- *Serial Monitor* Berfungsi untuk membuka *serial monitor*. *Serial monitor* disini merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara arduino dengan *sketch* pada *port serialnya*. *Serial monitor* ini dapat digunakan untuk menampilkan nilai proses, nilai pembacaan, bahkan pesan *error*.



Gambar 2. 11 Tampilan Arduino IDE

2.10 Rumus Perhitungan

2.10.1 Konversi Harga

Konversi harga adalah nilai harga yang akan dikeluarkan pada tampilan OLED dan android dengan acuan pada harga PDAM Tirta Musi.

1. Untuk Pemakaian Air $<10 \text{ m}^3$

$$\text{Total Harga} = \frac{\text{Nilai Volume di Sensor} \times 1595}{1000000} \quad (6)$$

2. Untuk Pemakaian Air $11-20 \text{ m}^3$

$$\text{Total Harga} = \frac{(\text{Nilai Volume di Sensor} - 1000000) \times 2725}{1000000} + 18450 \quad (7)$$

3. Untuk Pemakaian Air $21-30 \text{ m}^3$

$$\text{Total Harga} = \frac{(\text{Nilai Volume di Sensor} - 2000000) \times 3320}{1000000} + 45700 \quad (8)$$

4. Untuk Pemakaian $>30 \text{ m}^3$

$$\text{Total Harga} = \frac{(\text{Nilai Volume di Sensor} - 3000000) \times 4235}{1000000} + 78900 \quad (9)$$

2.10.2 Rata – rata

Rata-rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

$$\text{Rata – Rata (X)} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (10)$$

Dimana: X = rata-rata

$\sum X_i$ = Jumlah nilai data

n = Banyak data (1,2,3,...,n)

2.10.3 Error (%)

Error (kesalahan) adalah selisih antara mean terhadap masing-masing data.

$$\% \text{ error} = \frac{\text{Volume Sensor} - \text{Volume Meteran Air}}{\text{Volume meteran air}} \times 100\% \quad (11)$$