

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arduino Uno R3

Arduino uno R3 adalah mikrontroler berbasis ATmega 328. Mikrokontroler adalah sebuah sistem yang dapat mengontrol peralatan elektronik. Sebuah mikrokontroler umumnya berisi sebuah memori dan antarmuka *I/O* yang dikemas dalam sebuah *chip*. *Atmel* sebagai salah satu *vendor* yang mengembangkan produk mikro elektronika, kini telah mengembangkan generasi *arduino*, yang merupakan *open-source arduino environment* yang digunakan untuk penulisan kode. Dengan menggunakan *arduino* penulisan kode menjadi mudah dan kode yang ditulis dapat diupload ke *kit arduino* tersebut. Software ini dapat digunakan pada *Windows*, *Mac OS (Macintosh Operating System)*, dan *Linux*. *Arduino environment* ditulis dalam bahasa *C*. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun bisa mempelajarinya dengan cukup mudah.

Ada beberapa kelebihan yang dimiliki oleh *arduino* diantaranya:

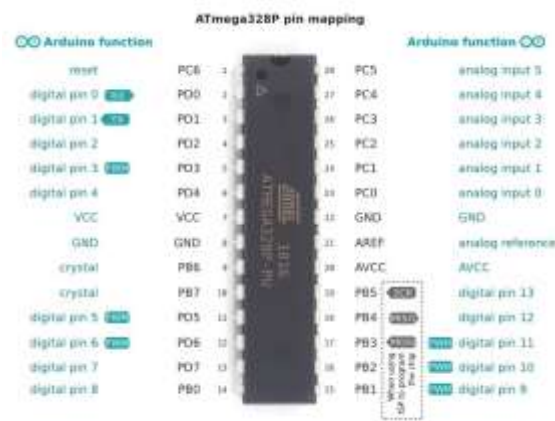
1. Tidak perlu perangkat *chip programmer* karena di dalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari computer.
2. Sudah memiliki sarana komunikasi *USB*, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port *serial RS232* bisa menggunakannya.
3. Bahasa pemrograman *relatif* mudah karena software *arduino* dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap.
4. Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board arduino*.
Misalnya *Shield GPS, Ethernet, SD Card*, dll.
5. Proses *download* program yang cepat, antar *PC* terhadap mikrokontroler.
6. Memori *Flash* sebesar 32 *Kbyte* dengan kemampuan *read while write*.



Arduino uno dan *duemilanove* dengan *Atmega 328PU* mempunyai 14 *digital input/output* (6 diantaranya dapat digunakan untuk *PWM outputs*), 6 *analog inputs*, 16 *MHz crystal oscillator*, *USB connection*, *power jack*, *ICSP header*, dan *reset button*. dengan ciri-ciri sebagai berikut:

1. *Operating voltage* 5V.
2. Rekomendasi *input voltage* 7-12V.
3. Batas *input voltage* 6-20V.
4. Memiliki 14 buah *digital input/output*.
5. Memiliki 6 buah *analog input*.
6. DC *current* setiap *I/O pin* sebesar 40 mA.
7. DC *Current* untuk pin 3.3V sebesar 50 mA.
8. *Flash memory* 32 KB.
9. *EEPROM* 1 KB.
10. *Clock speed* 16 MHz (Syukri 2012)

Konfigurasi pin pada arduino *Atmega 328 PU* dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.1 Konfigurasi Pin *Atmega 328PU*

Sumber: labelektronika.com

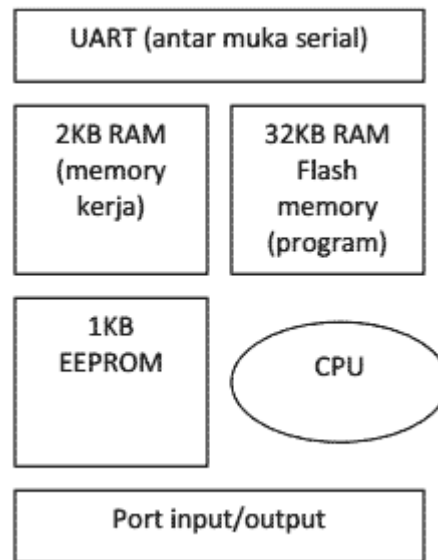


Secara fungsional konfigurasi pin *Atmega 328PU* adalah sebagai berikut:

1. *VCC* merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan positif dari *power supply* yang bernilai 5 Volt DC.
2. *GND* merupakan pin masukan *ground* dari *power supply*.
3. *Analog input* (0–5). Pin ini berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor *analog* seperti sensor suhu, berat dan lain-lain. Program dapat membaca nilai sebuah pin *input* antara 0–1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0–5V.
4. Digital pin (2–13) berfungsi sebagai *input* atau *output* yang dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11 dapat juga berfungsi sebagai pin *analog output PWM* dimana tegangan keluarannya dapat diatur. Nilai sebuah pin *output analog* dapat diprogram antara 0–255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.
5. *RESET* merupakan pin yang digunakan untuk *mereset* mikrokontroler.
6. *XTAL 1* dan *XTAL 2* merupakan pin masukan *clock external*.
7. *AVCC* merupakan pin masukan tegangan untuk *ADC*.
8. *AREF* merupakan pin masukan tegangan *referensi ADC*.

Komponen utama di dalam papan *arduino* adalah sebuah mikrokontroler 8 *bit* dengan merek *Atmega* yang dibuat oleh perusahaan *Atmel Corporation*. Berbagai macam papan *arduino* menggunakan merek *Atmega* yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh *arduino uno* menggunakan *Atmega 328* sedangkan *arduino mega 2560* yang lebih canggih menggunakan *Atmega 2560*.

Sebagai gambaran mengenai apa saja yang terdapat di dalam sebuah mikrokontroler, pada gambar 2.2 berikut ini diperlihatkan contoh diagram blok sederhana dari mikrokontroler *Atmega 328PU*.



Gambar 2.2 Diagram Blok Mikrokontroler *Atmega 328PU*.

Sumber: widuri.raharja.info

Blok-blok di atas dijelaskan sebagai berikut:

- *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART)* adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi *serial* seperti pada *RS-232*, *RS-422* dan *RS-485*.
- 2KB *RAM* pada *memory* kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh *variable*-variabel di dalam program.
- 32KB *RAM flash memory* bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, *flash memory* juga menyimpan *bootloader*. *Bootloader* adalah program inisialisasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh *CPU* saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesai dijalankan, berikutnya program di dalam *RAM* akan dieksekusi
- 1KB *EEPROM* bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan.
- *Central Processing Unit (CPU)*, bagian dari mikrokontroler untuk menjalankan setiap instruksi dari program.



- Port *input/output*, pin-pin untuk menerima data (*input*) *digital* atau *analog*, dan mengeluarkan data (*output*) (El Islam 2015)

Gambar 2.3 berikut ini merupakan bagian-bagian dari pada papan arduino:



Gambar 2.3 Bagian Dari Papan Arduino

Sumber: ilearning.me

Keterangan Gambar:

- 14 pin *input/output* digital (0-13)
Berfungsi sebagai *input* atau *output*, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog *output PWM* dimana tegangan keluarannya dapat diatur. Nilai sebuah pin *output analog* dapat diprogram antara 0–255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0–5V.
- *USB*
Berfungsi untuk:
 - ✓ Memuat program dari komputer ke dalam papan *arduino*.
 - ✓ Komunikasi *serial* antara papan *arduino* dan computer.
 - ✓ Memberi daya listrik kepada papan *arduino*.
- Sambungan SV1
Sambungan atau *jumper* untuk memilih sumber daya papan *arduino*, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan *USB*. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan *arduino* versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau *USB* dilakukan secara otomatis.



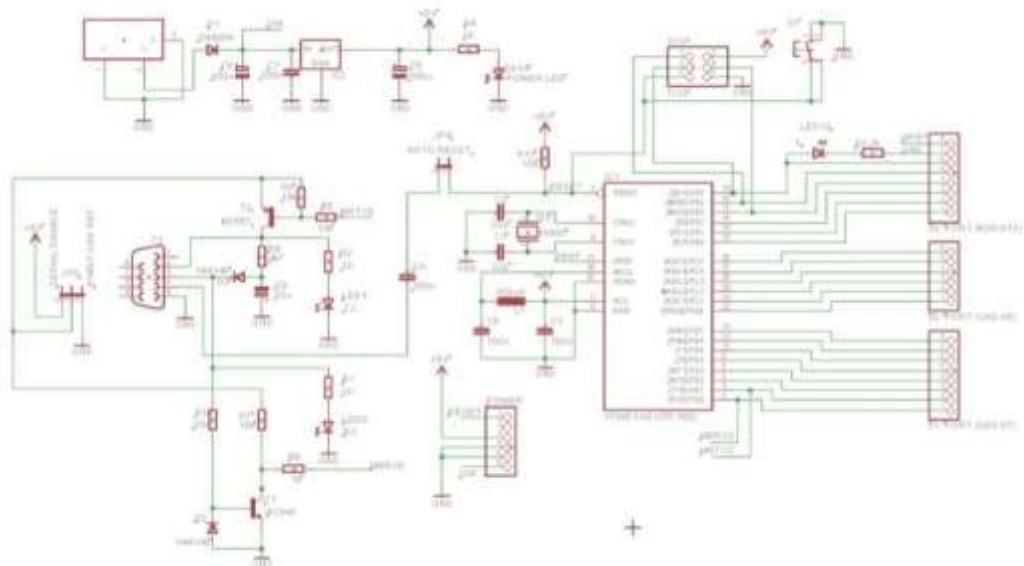
- Q1 – *Kristal (Quartz Crystal Oscillator)*
Jika mikrokontroler dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada mikrokontroler agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detaknya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16 MHz).
- Tombol Reset
Untuk *mereset* papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol *reset* ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan mikrokontroler.
- *In-Circuit Serial Programming (ICSP)*
Port *ICSP* memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroler secara langsung, tanpa melalui *bootloader*. Umumnya pengguna *arduino* tidak melakukan ini sehingga *ICSP* tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.
- IC 1 – Mikrokontroler *Atmega*
Komponen utama dari papan *arduino*, di dalamnya terdapat *CPU*, *ROM* dan *RAM*.
- X1 – Sumber daya Eksternal
Jika hendak *disupply* dengan sumber daya eksternal, papan *arduino* dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.
- 6 pin *analog input* (0–5). Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor *analog*, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin *input* antara 0–1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0–5V.

Selain berfungsi sebagai penghubung untuk pertukaran data, kabel *USB* ini juga akan mengalirkan arus DC 5 Volt kepada papan *arduino* sehingga praktis tidak diperlukan sumber daya dari luar. Saat mendapat *supply* daya, lampu indikator daya pada papan *arduino* akan menyala menandakan bahwa ia siap bekerja. Seperti terlihat pada gambar di bawah ini:

Pada papan *arduino uno* maupun *duemilanove* terdapat sebuah led kecil yang terhubung ke pin *digital* no 13. Led ini dapat digunakan sebagai *output* saat



seorang pengguna membuat sebuah program dan ia membutuhkan sebuah penanda dari jalannya program tersebut. Ini adalah cara yang praktis saat pengguna melakukan uji coba. Umumnya pada *software arduino* dengan versi berapapun telah memuat sebuah program kecil yang akan menyalakan led tersebut berkedip-kedip dalam jeda satu detik. Jadi sangat mudah untuk menguji apakah sebuah papan *arduino* dalam kondisi baik atau tidak, cukup sambungkan papan itu dengan sebuah komputer dan perhatikan apakah led indikator daya menyala konstan dan led dengan pin-13 itu menyala berkedip-kedip jika dimasukkan sebuah program *blink*. Pada gambar 2.4 berikut diperlihatkan skematik dari arduino uno R3:



Gambar 2.4 Skematik Arduino Uno R3

Sumber: researchget.net

2.1.1 Dasar Pemrograman C dalam Arduino

Struktur program C pada dasarnya terdiri dari 3 area pada program (kumpulan perintah) C yaitu:

1. Area atas

Pada area ini terdiri dari (opsional) *header preprocessor statemen/deklarasi* fungsi dan konstanta.



2. Main program

Area di atas

na perintah-perintah yang ada pada area tersebut dieksekusi oleh mesin komputer.

3. Area bawah

Merupakan implementasi fungsi yang telah didefinisikan di atas.

Contoh program C sederhana dalam *software arduino 1.0* dapat dilihat di bawah ini:

```
#include <LiquidCrystal.h> // Bagian header file (bagian atas pada
struktur) LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); // Pengenalan pin
yang terpakai oleh LCD
```

```
void setup() {
```

```
  lcd.begin(16, 2); // Deklarasi LCD yang digunakan lcd.print("hello,
world!"); // Perintah data yang akan ditampilkan pada LCD
```

```
(Ou
```

```
tput
```

```
Dat
```

```
a) }
```

```
/*
```

```
  Proses looping bagian data yang akan
  diolah dan ditampilkan sebagai output
```

```
(bagian main program & bagian bawah pada struktur)
```

```
*/
```

```
void loop() {
```

```
  lcd.setCursor(0, 1);
```

```
  lcd.print(millis()/1000);
```

```
}
```




File ini disimpan dalam *extention.ino* atau *pde*. Dalam memprogram di *arduino* jika kita ingin memberikan komentar sama dengan penulisan komentar pada C yaitu dengan menggunakan `/**/` atau `// ..., //`

Pemanggilan *header* adalah `#include <LiquidCrystal.h>`. `#include` membentuk *preprocessor directive*, mencari dan menempatkan isi file. *Preprocessor* melakukan persiapan sebelum kode di-*compile*. Penggunaan fungsi utama seperti *main()*, *void main()*, dan *sintax* lainnya seperti *if*, *if-else*, *switch case*, *for*, *while* dan *sintax* untuk melakukan *looping* lainnya juga digunakan dalam memprogram di *arduino*.

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 (Saptaji 2016). Gambar 2.5 memperlihatkan salah satu bentuk *water flowmeter* YF - S201:



Gambar 2.5 *Water Flowmeter* YF - S201

Sumber: hacktronics.co.in

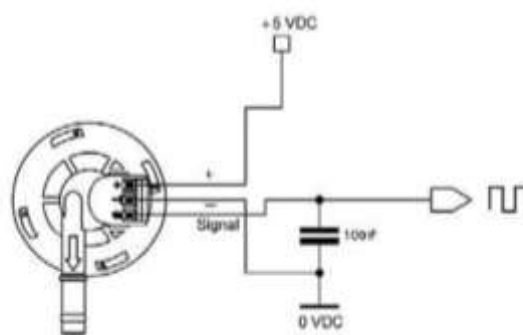
Volume dari aliran dapat diketahui dengan cara mengalikan debit aliran yang terbaca dengan waktu pengukuran, seperti yang telah disebutkan sebelumnya pada persamaan diatas. Pada perancangan yang akan dilaksanakan oleh penulis menggunakan *flowmeter* dengan tipe *YF-S201 G1/2* dimana tipe ini mampu



mengukur debit air 1 sampai 30 liter/menit, spesifikasi dari sensor tersebut adalah sebagai berikut:

Tegangan input	: 5-24V 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 magnet berdasarkan prinsip *effect hall*, 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. Gambar 2.6 berikut ini merupakan skematik dari sensor *water flowmeter*:



Gambar 2.6 Skematik *Water Flowmeter*

Sumber: pcbheaven.com



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

Tabel 2.1 Komponen *Water Flowmeter* Sensor

No	Name	Quality	Material	Note
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	3.0*11

Water Flow Sensor ini terdiri atas katup plastik, *rotor* air, dan sebuah sensor *hall effect*. 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 (Syukri 2012).



Proses kalkulasi dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Flow rate} = \text{pulse count} / 7.5$$

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

$$\text{Total milliliter} += \text{Flow milliliter}$$

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

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

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.

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 mikrokontroler akan mengeluarkan *output* berupa nilai harga dan total jumlah pemakaian air sampai pada saat itu. Yang mana *output* tersebut akan ditampilkan di LCD dan android.

2.2.1 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 hemat 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. Beberapa metode yang telah berkembang dari pengukuran air ini diantaranya yakni *Area velocity method*, *Timed gravimetric*, dan *Dilution method*. Untuk lebih memudahkan dalam menghitung aliran air sebaiknya diketahui satuan dalam hitungan volume dan waktu dikarenakan dalam debit berkaitan dengan dua hal tersebut.

2.3 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. Dibandingkan dengan RTC DS1302, 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. Berbeda dengan DS1307, pada DS3231 juga memiliki kristal terintegrasi (sehingga tidak diperlukan kristal eksternal), sensor suhu, 2 alarm waktu terprogram, pin output 32.768 kHz untuk memastikan akurasi yang lebih tinggi. 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



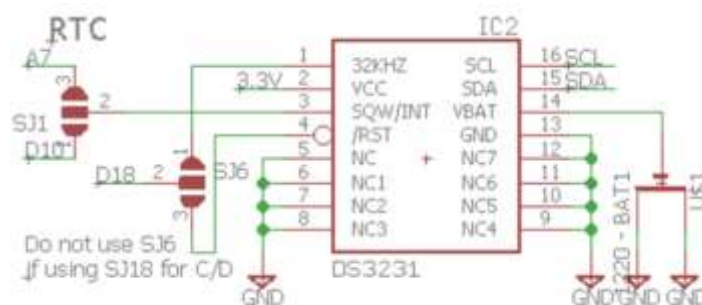
yang lebih tinggi (Naria 2017). Gambaran dari RTC DS 3231 terdapat pada gambar 2.7 berikut ini:



Gambar 2.7 Real Time Clock (RTC) DS 3231

Sumber: banggood.com

Sedangkan untuk skematik real time clock (RTC) DS 3231 dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut ini:



Gambar 2.8 Skematik Real Time Clock (RTC) DS 3231

Sumber: electroschematics.com

Spesifikasi dan fitur:

- RTC yang Sangat Akurat Mengelola Semua Fungsi Pengatur Waktu
- Jam Real Time Menghitung Detik, Menit, Jam, Tanggal Bulan, Bulan, Hari dalam Seminggu, dan tahun, dengan Kompensasi Tahun Lawan Berlaku Hingga 2100
- Akurasi $\pm 2\text{ppm}$ dari 0°C sampai $+40^\circ\text{C}$
- Akurasi $\pm 3.5\text{ppm}$ dari -40°C sampai $+85^\circ\text{C}$
- Digital Temp Sensor Output: $\pm 3^\circ\text{C}$ Akurasi



- f. Mendaftar untuk Aging Trim
- g. Active-Low RST Output / Pushbutton Reset Debounce Input
- h. Two Time-of-Day Alarms
- i. Output Programmable Square-Wave Output
- j. Antarmuka Serial Sederhana Menghubungkan ke Kebanyakan Microcontrollers
- k. Kecepatan data transfer I2C Interface (400kHz) 20
- l. Masukan Cadangan Baterai untuk Pencatatan Waktu Terus-menerus
- m. Low Power Operation Memperpanjang Waktu Jalankan Baterai-Cadangan
- n. Rentang Suhu Operasional: Komersial (0° C sampai + 70° C) dan Industri (-40°C sampai +85° C)
- o. Tegangan operasi: 3,3-5,55 V
- p. Chip jam: chip clock presisi tinggi DS3231
- q. Ketepatan Jam: Kisaran 0-40, akurasi 2ppm, kesalahannya sekitar 1 menit
- r. Output gelombang persegi yang dapat diprogram
- s. Sensor suhu chip hadir dengan akurasi 3
- t. Chip memori: AT24C32 (kapasitas penyimpanan 32K)
- u. Antarmuka bus IIC, kecepatan transmisi maksimal 400KHz (tegangan kerja 5V)
- v. Dapat mengalir dengan perangkat IIC lainnya, alamat 24C32 dapat disingkat A0 / A1 / A2 memodifikasi alamat defaultnya adalah 0x57
- w. Dengan baterai isi ulang CR2032, untuk memastikan sistem setelah power
- x. Ukuran: 38mm (panjang) * 22mm (W) * 14mm (tinggi)
- y. Berat: 8g

2.4 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD (*liquid crystal display*) bisa memunculkan gambar atau dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun Kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD (*liquid crystal display*) adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi.



Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetic yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring (Setiawan 2016). Pada gambar 2.9 terlihat gambar tampilan bagian depan dari LCD 2X16.



Gambar 2.9 Liquid Crystal Display 2x16

Sumber: www.sainsmart.com

Sedangkan pada gambar 2.10 adalah gambar tampilan bagian belakang pada LCD 2X16 yang dilengkapi dengan modul I²C.



Gambar 2.10 Liquid Crystal Display 2x16 dengan Modul I²C

Sumber: www.sainsmart.com

2.4.1 Fungsi Dan Konfigurasi Pin

Fungsi pin yang terdapat pada LCD 16x2 dapat dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Fungsi pin LCD 16x2

No	Simbol	Level	Fungsi
1	Vss	-	0 Volt
2	Vcc	-	5 + 10% Volt



3	Vee	-	Penggerak LCD
4	RS	H/L	H = memasukan data L = memasukan Ins
5	R/W	H/L	H = baca L = tulis
6	E		Enable Signal
7	DB0	H/L	Data Bus
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	V+BL		Kecerahan LCD
16	V-BL		

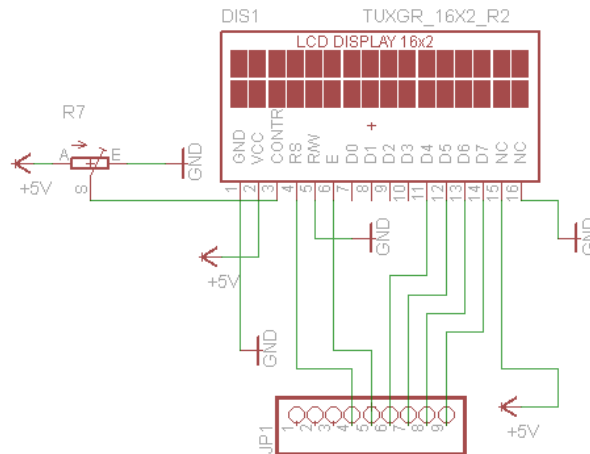
2.4.2 Karakteristik

Modul LCD 16x2 memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
- Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-matrix cursor.
- Terdapat 192 macam karakter.
- Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
- Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
- Dibangun dengan osilator lokal.
- Satu sumber tegangan 5 volt.
- Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
- Bekerja pada suhu 0°C sampai 55°C.



Berikut ini pada gambar 2.11 merupakan skematik dari *Liquid Crystal Display (LCD)*:



Gambar 2.11 Skematik *Liquid Crystal Display (LCD)*

Sumber: yujum.com

2.4.3 Spesifikasi

Untuk LCD 16x2 yang di lengkapi dengan modul I²C/TWI yang di desain untuk meminimalkan penggunaan pin pada saat menggunakan display LCD 16x2. Normalnya sebuah LCD 16x2 akan membutuhkan sekurang-kurangnya 8 pin untuk dapat diaktifkan. Namun LCD 16x2 jenis ini hanya membutuhkan 2 pin saja. Adapun spesifikasinya sebagai berikut:

- I²C Address: 0x3F
- Back lit (Blue with char color)
- Supply voltage: 5 V
- Dimensi: 82x35x18 mm
- Berat: 40 gram
- Interface: I²C

2.4.4 I²C/TWI Connector

I²C (Inter Integrated Circuit) adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I²C/TWI terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA



(Serial Data) yang membawa informasi data antara I²C dengan pengontrolnya serta pull up resistor yang digunakan untuk transfer data antar perangkat. I²C/TWI juga merupakan transmisi serial setengah duplex oleh karena itu aliran data dapat diarahkan pada satu waktu. Tingkat transfer data mengacu pada sinyal clock pada SCL Bus 1/16th slave. informasi data antara I²C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I²C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I²C Bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal Stop, dan membangkitkan sinyal clock. Slave adalah piranti yang dialamati master.

2.4.5 Interface Komunikasi I²C/TWI dengan Arduino

Pada LCD 16x2 yang dilengkapi dengan I²C/TWI sistem komunikasi hanya memerlukan 4 kabel yang dihubungkan dengan pin Arduino. Gambar 2.12 merupakan bentuk modul komunikasi 4 kabel I²C pada LCD.



Gambar 2.12 Komunikasi 4 kabel I²C

Sumber: www.sainsmart.com

Berikut ini keterangan kabel untuk modul I²C:

- Hitam: Ground
- Merah: 5V
- Putih: Analog pin 4
- Kuning: Analog pin 5

Pada papan Arduino secara umum SDA (Serial Data) pada input analog pin 4 dan SCL (Serial Clock) pada input analog pin 5. Pada modul I²C/TWI juga dilengkapi dengan potensiometer yang dapat digunakan untuk menyesuaikan kontras cahaya dengan memutar searah jarum jam untuk mendapatkan tampilan yang diinginkan.



2.5 Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah protokol komunikasi wireless yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti pada laptop, HP, dan lain-lain. Salah satu hasil contoh modul Bluetooth yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. Modul Bluetooth HC-05 merupakan modul Bluetooth yang bisa menjadi slave ataupun master, hal ini dibuktikan dengan bisa memberikan notifikasi untuk melakukan pairing keperangkat lain, maupun perangkat lain tersebut yang melakukan pairing ke module Bluetooth HC-05. Untuk mengeset perangkat Bluetooth dibutuhkan perintah-perintah AT Command yang mana perintah AT Command tersebut akan di respon oleh perangkat Bluetooth jika modul Bluetooth tidak dalam keadaan terkoneksi dengan perangkat lain. Pada gambar 2.13 berikut ini adalah gambar modul HC-05 beserta keterangan pinoutnya:



Gambar 2.13 Bluetooth HC-05

Sumber: components101.com

Keterangan pinout di atas adalah sebagai berikut:

1. EN fungsinya untuk mengaktifkan mode AT Command Setup pada modul HC-05. Jika pin ini ditekan sambil ditahan sebelum memberikan tegangan ke modul HC-05, maka modul akan mengaktifkan mode AT Command Setup. Secara default, modul HC-05 aktif dalam mode Data.
2. Vcc adalah pin yang berfungsi sebagai input tegangan. Hubungkan pin ini dengan sumber tegangan 5V.



3. GND adalah pin yang berfungsi sebagai ground. Hubungkan pin ini dengan ground pada sumber tegangan.
4. TX adalah pin yang berfungsi untuk mengirimkan data dari modul ke perangkat lain (mikrokontroler). Tegangan sinyal pada pin ini adalah 3.3V sehingga dapat langsung dihubungkan dengan pin RX pada arduino karena tegangan sinyal 3.3V dianggap sebagai sinyal bernilai HIGH pada arduino.
5. RX adalah pin yang berfungsi untuk menerima data yang dikirim ke modul HC-05. Tegangan sinyal pada pin sama dengan tegangan sinyal pada pin TX, yaitu 3.3V. Untuk keamanan, sebaiknya gunakan pembagi tegangan jika menghubungkan pin ini dengan mikrokontroler yang bekerja pada tegangan 5V. Pembagi tegangan tersebut menggunakan 2 buah resistor. Resistor yang digunakan sebagai pembagi tegangan pada tutorial ini adalah 1K ohm dan 2K ohm. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada bagian implementasi koneksi antara modul HC-05 dan mikrokontroler.
6. STATE adalah pin yang berfungsi untuk memberikan informasi apakah modul terhubung atau tidak dengan perangkat lain (Andini 2016)

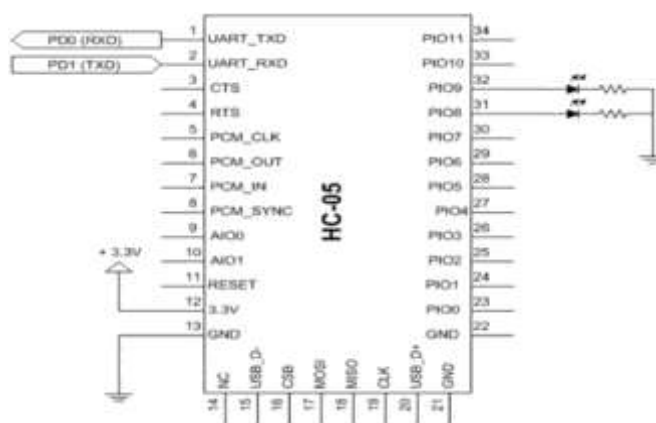
Seperti dijelaskan di atas, modul HC-05 memiliki dua mode kerja yaitu mode AT Command dan mode Data. Modul HC-05 menggunakan mode Data secara default. Berikut ini adalah keterangan untuk kedua mode tersebut:

1. AT Command. Pada mode ini, modul HC-05 akan menerima instruksi berupa perintah AT Command. Mode ini dapat digunakan untuk mengatur konfigurasi modul HC-05. Perintah AT Command yang dikirimkan ke modul HC-05 menggunakan huruf kapital dan diakhiri dengan karakter CRLF (`\r\n` atau `0x0d 0x0a` dalam heksadesimal).
2. Mode Data. Pada mode ini, modul HC-05 dapat terhubung dengan perangkat bluetooth lain dan mengirimkan serta menerima data melalui pin TX dan RX. Konfigurasi koneksi serial pada mode ini menggunakan baudrate: 9600 bps, data: 8 bit, stop bits: 1 bit, parity: None, handshake:



None. Adapun password default untuk terhubung dengan modul HC-05 pada mode Data adalah 0000 atau 1234.

Gambar 2.14 berikut ini merupakan rangkaian skematik dai Bluetooth HC-05:



Gambar 2.14 Skematik Bluetooth HC-05

Sumber: researchgate.net

Dalam penggunaannya, HC-05 dapat beroperasi tanpa menggunakan driver khusus.

Untuk berkomunikasi antar Bluetooth, minimal harus memenuhi dua kondisi berikut:

1. Komunikasi harus antara master dan slave.
2. Password harus benar (saat melakukan pairing).
3. Jarak sinyal dari HC-05 adalah 30 meter, dengan kondisi tanpa halangan.

2.6 Meteran Air

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.

Pada Tugas Akhir ini menggunakan *velocity meter*. Jenis meter ini menggunakan laju air sebagai penggerak dari mekanikal yang ada di dalam meter dan terhubung kepada angka register meter. Kecepatan pada air secara spesifik di konversi menjadi volume yang terbaca pada register meter. Jenis *velocity meter*



ini ada beberapa tipe yaitu *single* dan *multiple jet* dan yang digunakan untuk Tugas Akhir ini adalah tipe *single jet*. Pada tipe *single jet* hanya memiliki satu lubang input dengan konstruksi dalam meter dibuat sedemikian rupa hingga air yang masuk hanya mengenai satu sisi impeller saja demikian dengan lubang keluarnya (Raditya dan Prayogo 2016).

Gambar 2.15 dibawah ini merupakan bagian dalam dari meteran air.



Gambar 2.15 Meteran Air

Sumber: (Raditya & Prayogo, 2016)

2.7 Aplikasi Bluetooth Serial Terminal

Serial Bluetooth Terminal adalah aplikasi terminal/konsol yang berorientasi garis untuk mikrokontroler, arduino, dan perangkat lain dengan antarmuka serial/ UART yang terhubung dengan konverter bluetooth ke serial ke perangkat android.

Aplikasi ini mendukung berbagai versi bluetooth:

- Bluetooth LE / Bluetooth Energi Rendah / BLE / Bluetooth Cerdas
- Bluetooth Classic (menerapkan profil Bluetooth SPP standar) seperti: HC-05, HC-06, Raspberry Pi 3, dll.

Tampilan depan aplikasi bluetooth serial terminal dapat dilihat pada gambar 2.16 berikut ini:



Gambar 2.16 Tampilan Aplikasi Bluetooth Serial Terminal

2.8 Rumus Perhitungan

Berikut akan dijelaskan rumus dari perhitungan yang digunakan pada penelitian kali ini:

2.8.1 Rata – rata

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

$$\text{Rata – Rata (X)} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (2-1)$$

Dimana: X = rata-rata

$\sum X_i$ = Jumlah nilai data

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

2.8.2 Error (%)

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

$$\% \text{error} = \frac{\text{Volume Sensor} - \text{Volume Meteran Air}}{\text{Volume meteran air}} \times 100\% \quad (2-2)$$

2.8.3 Konversi Harga

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

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

$$\text{Total Harga} = \frac{\text{Nilai Volume di Sensor} \times 1845}{1000000} \quad (2-3)$$



2. Untuk Pemakaian Air 11-20 m³

$$\text{Total Harga} = \frac{(\text{Nilai Volume di Sensor} - 1000000) \times 2725}{1000000} + 18450 \quad (2-4)$$

3. Untuk Pemakaian Air 21-30 m³

$$\text{Total Harga} = \frac{(\text{Nilai Volume di Sensor} - 2000000) \times 3320}{1000000} + 45700 \quad (2-5)$$

4. Untuk Pemakaian >30 m³

$$\text{Total Harga} = \frac{(\text{Nilai Volume di Sensor} - 3000000) \times 4235}{1000000} + 78900 \quad (2-6)$$

2.9 Spesifikasi Meteran Air (SNI 2547:2008)

Kesalahan yang diizinkan terhadap meteran air:

- 1) Maksimum yang diijinkan

Kesalahan maksimum yang diijinkan pada meter air tidak dua kali kesalahan ditentukan sesuai rentang aliran terendah dan rentang aliran tertinggi.

- 2) Kesalahan relative

Kesalahan relative dinyatakan dalam persen yang dihitung dengan rumus:

$$\epsilon = (V_1 - V_a) / V_1 * 100$$

Keterangan : ϵ = Kesalahan relatif

V_1 = Volume air yang ditunjukkan

V_a = Volume aktual

- 3) Rentang aliran terendah

Kesalahan maksimum yang diijinkan dalam bentuk positif atau negative terhadap volume yang mengalir pada Q_1 samapai Q_2 adalah 5 % temperatur kondisi operasi.

- 4) Rentang aliran tertinggi

Kesalahan maksimum yang diijinkan dalam bentuk positif atau negatif terhadap volume yang mengalir pada Q_2 sampai Q_4 adalah 2 % - 3 % temperatur kondisi operasi.

1. Kesalahan 2 % untuk temperatur air < 30°C
2. Kesalahan 3 % untuk temperatur > 30°C