

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Setelah penulis melakukan studi literatur terhadap berbagai sumber seperti jurnal, laporan tugas akhir, dan penelitian terdahulu, ditemukan sejumlah referensi yang memiliki relevansi kuat dengan topik yang diangkat dalam tugas akhir ini. Referensi-referensi tersebut memberikan gambaran awal mengenai metode dan pendekatan teknis yang telah diterapkan pada sistem pengisian cairan secara otomatis, khususnya yang melibatkan mikrokontroler maupun sistem kontrol lainnya.

Salah satu penelitian yang menjadi rujukan adalah penelitian oleh Siti Sulbiyah, dkk [5], yang merancang sistem pengisian air otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3. Penelitian ini menjadi dasar acuan karena membahas pengendalian volume cairan berbasis sensor aliran dan penggunaan mikrokontroler secara langsung untuk mengatur proses pengisian.

Penelitian lain yang juga dijadikan referensi adalah penelitian oleh Bambang Riyanta, dkk [6], yang mengembangkan mesin pengisian sirup Aloe Vera untuk skala UMKM dengan pendekatan biaya rendah. Meskipun sistem yang digunakan lebih sederhana, penelitian ini memberikan kontribusi dalam hal perancangan mekanik dan efektivitas waktu pengisian cairan pada kapasitas botol yang lebih besar.

Selanjutnya, penelitian oleh Rizki Faulianur dan Zoel Fachr [] merancang sistem pengisian dan penutupan botol otomatis berbasis Programmable Logic Controller (PLC). Sistem ini dilengkapi dengan sensor inframerah dan conveyor, yang menunjukkan pendekatan kontrol industri modern. Penelitian ini menjadi pembanding penting dalam hal kompleksitas sistem kontrol dan integrasi sensor otomatis yang lebih maju.

Referensi-referensi tersebut digunakan penulis sebagai acuan dalam menyusun sistem yang akan dirancang, dengan mempertimbangkan kelebihan

serta keterbatasan dari masing-masing penelitian. Tabel 2.1 menyajikan ringkasan dari referensi yang dijadikan acuan dalam tugas akhir ini:.

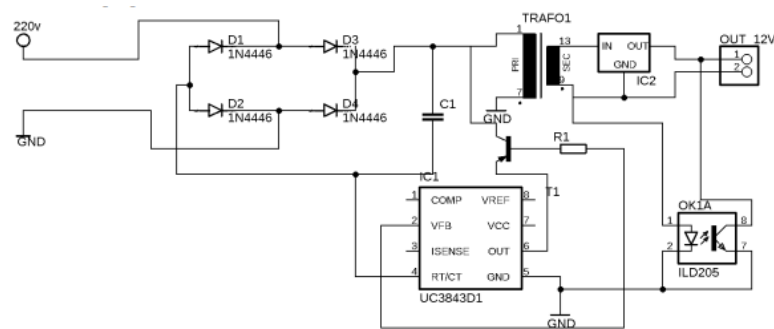
Tabel 2. 1 Referensi Tugas Akhir

No.	Judul Penelitian	Penulis/ Tahun	Keterangan
1	Rancang Bangun Alat Pengisian Air Otomatis Berbasis Mikrokontroler.	Siti Sulbiyah K, dkk (2016)	Penelitian ini membuat alat pengisi air otomatis menggunakan arduino uno R3
2	Pembuatan Mesin Pengisian Botol Sirup Aloe Vera Low Budget di UKM SMK Muhammadiyah 2 Turi Yogyakarta	Bambang Riyanta, dkk (2017)	Alat ini dapat mengisi botol dengan ukuran 500 ml dengan waktu 16,5 detik.
3	Prototype Pengisi Air dan Penutup Botol Otomatis Berbasis Programmable Logic Controller	Rizki Faulianur dan Zoel Fachr (2021)	Penelitian ini menggunakan PLC dan dilengkapi dengan conveyor juga sensor inframerah untuk mendeteksi botol.

2.2 Power Supply 12V 10A

Pengertian Power Supply merupakan kata yang diadopsi dari Bahasa Inggris. Penggunaan kata dalam Bahasa Indonesia adalah catu daya yang berarti sebuah piranti yang digunakan sebagai sumber listrik untuk piranti lain. Sedangkan Switching Mode Power Supply (SMPS) adalah catu daya yang bekerja berdasarkan prinsip pensaklaran. Pada SMPS, input listrik AC langsung disearahkan dan kemudian disaring untuk mendapatkan tegangan DC. Tegangan DC yang dihasilkan kemudian dinyalakan dan dimatikan pada frekuensi tinggi oleh sirkuit switching elektronik, sehingga menghasilkan arus

AC. Arus AC ini akan melewati transformator frekuensi tinggi atau induktor. Switching terjadi pada frekuensi yang sangat tinggi (biasanya 10 kHz – 1 MHz), sehingga memungkinkan penggunaan transformer dan kapasitor filter yang jauh lebih kecil, ringan, dan lebih murah daripada power supply linier. Arus AC berfrekuensi tinggi disearahkan dan disaring untuk menghasilkan tegangan keluaran DC. Jika transformator frekuensi tinggi terisolasi dengan baik, maka outputnya akan diisolasi secara elektrik. Hal ini penting untuk keamanan [8].



Gambar 2. 1 Rangkaian Catu Daya *Switching* Sederhana

Cara kerja dari rangkaian catu daya swicting diatas adalah tegangan masukan dari listrik ac 220V disearahkan menjadi tegangan dc menggunakan diode bridge dan kapasitor elco filter. Tegangan masukan dc dicacah dengan menggunakan “power switch on-off” sehingga menghasilkan tegangan pulsa-pulsa dc dengan frekwensi tinggi. Sebagai power switch dapat menggunakan transistor sebagai saklar. Berikut pada Gambar 2.2 merupakan tampilan power supply yang akan digunakan

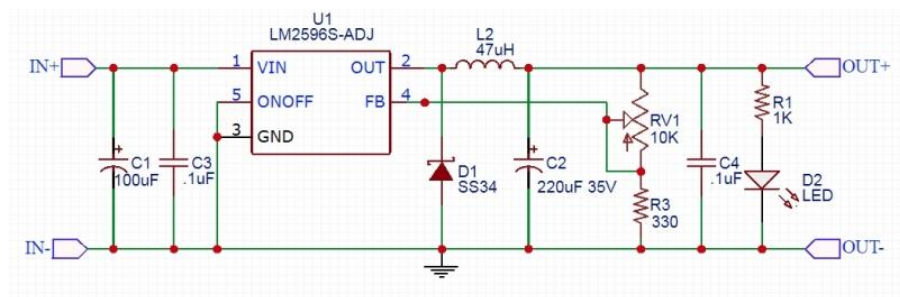


Gambar 2. 2 Power Supply 12V

2.3 Step Down LM2596

Step-down LM2596 adalah modul konverter DC-DC yang digunakan untuk menurunkan tegangan input menjadi tegangan output yang lebih rendah dan stabil. Modul ini populer karena efisiensinya yang tinggi (hingga 92%), kestabilannya, serta kemudahan penggunaan. LM2596 sering digunakan pada perangkat elektronik yang membutuhkan suplai tegangan tertentu yang lebih rendah dari sumber daya yang tersedia.

Modul LM2596 bekerja dengan prinsip switching, yaitu menghidupkan dan mematikan arus pada frekuensi tinggi sehingga menghasilkan tegangan output yang lebih rendah dan stabil. Selama siklus “on,” IC akan mengisi energi pada induktor, dan selama siklus “off,” induktor akan mengeluarkan energi untuk menjaga kestabilan tegangan output.



Gambar 2. 3 Skematik Stepdown LM2596

Pada Gambar 2.3 dapat dilihat rangkaian skematik pada modul stepdown LM2596 yang digunakan pada perancangan tugas akhir ini, adapun tampilan fisik dari modul stepdown tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut



Gambar 2. 4 Stepdown LM2596

Stepdown ini sering digunakan dalam berbagai project IoT dan elektronika lainnya, modul ini memiliki kelebihan dan kekurangan yang dijelaskan pada Tabel 2.2 berikut

Tabel 2. 2 Kelebihan dan Kekurangan Stepdown LM2596

Kelebihan	Kekurangan
Efisiensi tinggi, mencapai 92% jauh lebih efisien dibandingkan regulator linier	Memiliki ripple tegangan karena menggunakan prinsip switching
Rentang Tegangan Input Lebar, biasanya dapat menangani input antara 4V hingga 40V.	Karena adanya induktor dan kapasitor besar, ukurannya lebih besar dibandingkan regulator linier
Tegangan Output yang dapat disesuaikan, bisa diatur dari 1.25V hingga 37V	

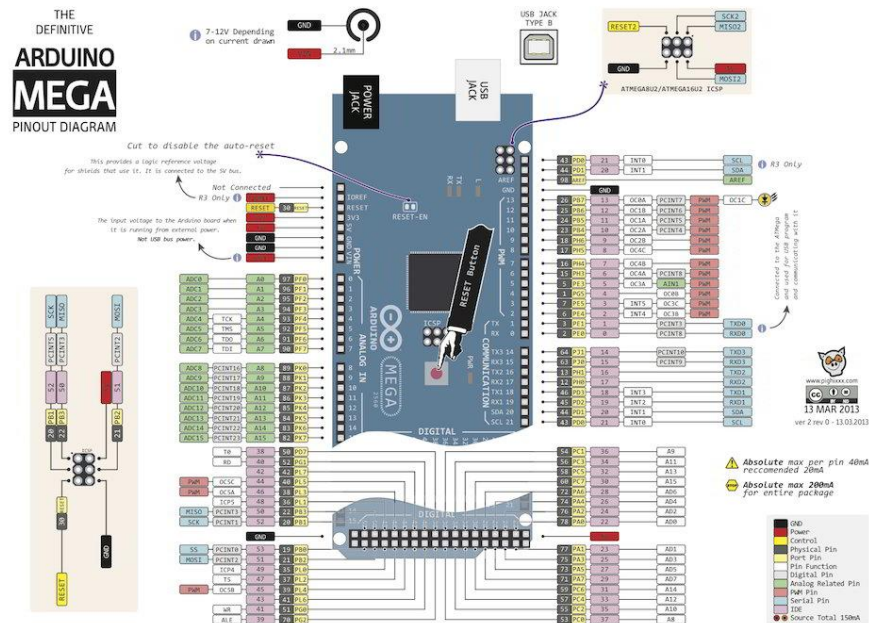
2.4 Arduino Mega 2560

Arduino Mega *USB Microcontroller* (ATMEGA 2560) adalah suatu mikrokontroler pada ATMEGA 2560 yang mempunyai 54 input/ output digital yang mana 16 pin digunakan sebagai PWM keluaran, 16 masukan analog, dan di dalamnya terdapat 16 MHZ osilator kristal, USB koneksi, power, ICSP, dan tombol reset. Kinerja arduino ini memerlukan dukungan mikrokontroler dengan menghubungkannya pada suatu computer dengan USB kabel untuk menghidupkannya menggunakan arus AC atau DC dan bisa juga dengan menggunakan baterai [9]. Arduino Mega 2560 merupakan salah satu board mikrokontroler dari banyaknya board mikrokontroler lainnya. Mikrokontroler yang dipakai pada board Arduino Mega 2560 adalah ATmega2560, board mikrokontroler ini banyak digunakan sebagai pembelajaran maupun pembuatan dan perancangan alat/project yang rumit atau memerlukan pin input/output yang banyak [10]. Spesifikasi Arduino Mega dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2. 3 Spesifikasi Arduino Mega 2560

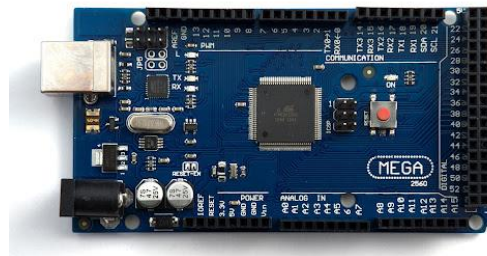
Parameter	Keterangan
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input via jack DC	7V – 12V
Digital I/O pin	54 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM output
Analog Input pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk Bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 Mhz
Dimensi	101,5 mm x 53,4 mm

Board Arduino Mega 2560 dapat ditenagai dengan power yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via power supply eksternal. Pilihan power yang digunakan akan dilakukan secara otomatis. External power supply dapat diperoleh dari adaptor AC-DC atau bahkan baterai, melalui jack DC yang tersedia, atau menghubungkan langsung GND dan pin Vin yang ada di board. Board dapat beroperasi dengan power dari external power supply yang memiliki tegangan antara 6V hingga 20V. Namun ada beberapa hal yang harus anda perhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberi tegangan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberi tegangan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa over heat yang pada akhirnya bisa merusak pcb. Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V [11]. Berikut merupakan gambar yang dilengkapi dengan I/O pada Arduino Mega yang akan ditunjukkan pada Gambar 2.5



Gambar 2. 5 Pinout Arduino Mega 2560

Gambar 2.5 diatas merupakan tampilan dari pinout pada Arduino Mega, adapun untuk tampilan Arduino Mega yang digunakan pada tugas akhir ini ditunjukkan pada Gambar 2.6 berikut



Gambar 2. 6 Arduino Mega2560

Pin digital Arduino Mega 2560 ada 54 Pin yang dapat di gunakan sebagai Input atau Output dan 16 Pin Analog berlabel A0 sampai A15 sebagai ADC, setiap Pin Analog memiliki resolusi sebesar 10 bit.Arduino Mega 2560 di lengkapi dengan pin dengan fungsi khusus,sebagai berikut :

1. Serial 4 buah : Port Serial : Pin 0 (RX) dan Pin 1 (TX) ;Port Serial 1 : Pin 19 (RX) dan Pin 18 (TX); Port Serial 2 : Pin 17 (RX) dan Pin 16 (TX); Port

Serial 3 : Pin 15 (RX) dan Pin 14 (TX). Pin Rx di gunakan untuk menerima data serial TTL dan Pin (Tx) untuk mengirim data serial TTL External

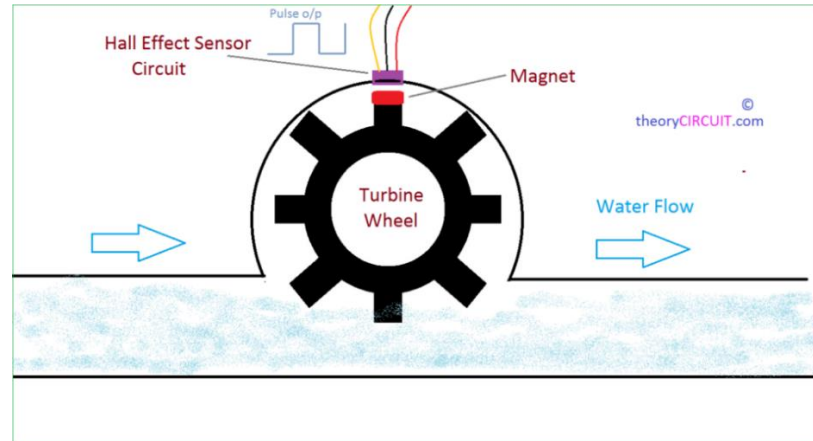
2. Interrupts 6 buah : Pin 2 (Interrupt 0), Pin 3 (Interrupt 1), Pin 18 (Interrupt 5), Pin 19 (Interrupt 4), Pin 20 (Interrupt 3) dan Pin 21 (Interrupt 2).
3. PWM 15 buah : 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 dan 44,45,46 pin-pin tersebut dapat di gunakan sebagai Output PWM 8 bit.
4. SPI : Pin 50 (MISO), Pin 51 (MOSI), Pin 52 (SCK), Pin 53 (SS) ,Di gunakan untuk komunikasi SPI menggunakan SPI Library.
5. I2C : Pin 20 (SDA) dan Pin 21 (SCL) , Komunikasi I2C menggunakan wire library.
6. LED : 13. Buit-in LED terhubung dengan Pin Digital 13.

2.5 Water Flow Sensor

Water Flow Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur laju aliran air dalam suatu sistem pipa atau saluran. Sensor ini bekerja dengan mengukur jumlah air yang melewati sensor per satuan waktu, biasanya dalam liter per menit (L/min) atau galon per menit (GPM). Water flow sensor sangat berguna dalam berbagai aplikasi, mulai dari pengelolaan air di rumah tangga hingga sistem irigasi, industri, dan aplikasi komersial yang memerlukan pemantauan aliran air secara akurat.

Perancangan tugas akhir ini memanfaatkan water flow dengan jenis YF-S201, Sensor YF-S201 adalah sensor aliran air yang banyak digunakan untuk mengukur laju aliran air dalam berbagai proyek elektronik dan IoT, terutama yang berbasis mikrokontroler. Sensor ini cukup terjangkau dan populer karena kemudahan penggunaannya serta kompatibilitasnya dengan berbagai sistem. YF-S201 bekerja dengan menggunakan baling-baling (*impeller*) yang berputar ketika air mengalir melalui sensor. Pada baling-baling terdapat magnet kecil yang terdeteksi oleh *Hall-effect* sensor yang terpasang di dalam perangkat. Setiap kali baling-baling berputar satu kali, sensor hall menghasilkan sinyal pulsa. Jumlah pulsa yang dihasilkan berbanding lurus dengan jumlah air yang mengalir melalui sensor. Mikrokontroler, seperti Arduino, kemudian

menghitung jumlah pulsa ini dan mengonversinya menjadi volume air dalam liter berdasarkan faktor kalibrasi.



Gambar 2. 7 Prinsip Kerja Sensor YF-S201

Pada Gambar 2.7 diatas dapat dilihat prinsip kerja dari waterflow sensor YF-S201 secara sederhana, selanjutnya berikut tampilan dari sensor YF-S201 yang akan ditunjukkan pada Gambar 2.8



Gambar 2. 8 Waterflow sensor YF-S201

Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai sensor tersebut, maka dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut yang menjelaskan mengenai spesifikasi dari sensor tersebut

Tabel 2.4 Spesifikasi YF-S201

Parameter	Keterangan
Tegangan Operasional	5V – 18V DC
Rentang aliran	1 – 30 L/Min
Faktor Kalibrasi	Sekitar 450 pulsa per liter (PPL), meskipun nilai ini dapat sedikit bervariasi tergantung pada kondisi aktual.
Output	Sinyal pulsa digital
Suhu Operasional	0°C hingga 80°C
Akurasi	±10% (tergantung faktor kalibrasi dan kondisi lingkungan)
Tipe Konektor	Memiliki tiga kabel (merah untuk daya, hitam untuk ground, dan kuning untuk output sinyal)

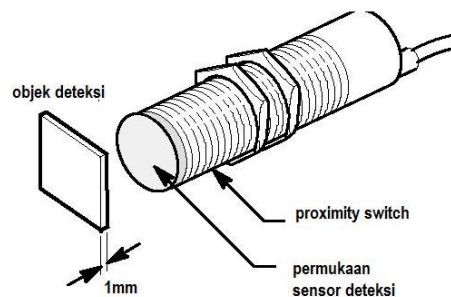
Untuk menghitung faktor kalibrasi dibutuhkan rumus perhitungan faktor kalibrasi (ml/pulse), berikut rumusnya:

$$Faktor\ Kalibrasi = \frac{Rata-rata\ volume}{Rata-rata\ Pulse} = ml/pulse \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

2.6 Infrared Proximity Sensor

Sensor proximity adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan benda atau objek dalam jarak dekat. Alat ini bekerja dengan memancarkan sinyal elektromagnetik dan kemudian menerima kembali pantulan dari objek yang ada di sekitarnya. Sensor inframerah yang sudah disatukan dalam suatu modul disebut sebagai IR Detector Photomodules. Modul ini mengandung chip detektor inframerah digital yang dilengkapi dengan fotodiode dan amplifier. Kelebihan dari sensor ini mencakup jangkauan deteksi yang luas dan sensitivitas yang tinggi terhadap cahaya yang dapat memblokir radiasi inframerah. Selain itu, sensor ini dapat diatur untuk beragam jarak

deteksi tanpa memberikan informasi tentang jarak tersebut. Sensor inframerah ini juga efisien dalam menghindari gangguan dari cahaya umum seperti lampu atau sinar matahari [12]. Sensor proximity ini merupakan sensor jarak yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan pada jarak sesuai dengan spesifikasi. Sensor proximity E18-D80NK ini merupakan salah satu dari sensor inframerah yang termasuk kedalam kategori dari sensor optik [13].



Gambar 2. 9 Prinsip Kerja Proximity

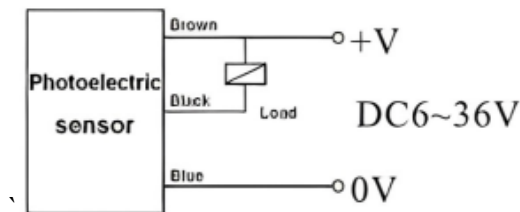
Prinsip kerja dari sensor proximity E18-D80NK ini yaitu seperti pada Gambar 2.9 apabila terdapat objek benda disekitar radar pembacaannya, maka sensor ini akan memberikan logika “1” yang menerangkan bahwa terdapat objek yang terukur atau terbaca oleh sensor. Sensor ini juga mampu menahan gangguan dari cahaya normal yang disebabkan oleh lampu atau cahaya matahari [14]. Berikut merupakan tampilan sensor proximity yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 2.10



Gambar 2. 10 Sensor Proximity Infrared

Diagram pengkabelan (wiring diagram) untuk sensor infrared menunjukkan bagaimana masing-masing pin terhubung ke komponen yang lain. Pada diagram wiring, Pin VCC dari sensor akan dihubungkan ke sumber daya positif melalui kabel merah, Pin GND akan dihubungkan ke ground melalui kabel biru, dan Pin

OUT akan dihubungkan ke input digital dari PLC atau mikrokontroler melalui kabel hitam. Wiring diagram sensor proximity infrared dapat dilihat pada Gambar 2.11



Gambar 2. 11 Wiring Diagram Proximity Infrared

Untuk lebih mengetahui kapasitas dan spesifikasi, dapat dilihat pada Tabel 2.5 yang menunjukkan spesifikasi dari Proximity E18-D80NK ini.

Tabel 2. 4 Spesifikasi proximity E18-D80NK

Parameter	Keterangan
<i>Input Voltage</i>	DC 5V
<i>Sensing Range</i>	3 cm – 80 cm
<i>NPN Output</i>	<i>Normally High</i>
<i>Detection Object</i>	<i>Transparent or Opaque</i>

2.7 LCD I2C

LCD merupakan singkatan dari Liquid Crystal Display yang dapat digunakan untuk menampilkan berbagai hal berkaitan dengan aktivitas mikrokontroler, salah satunya adalah menampilkan teks yang terdiri dari berbagai karakter. LCD banyak digunakan karena fungsinya yang bervariasi, dan juga pemrogramannya yang mudah. Untuk dapat menghubungkan LCD dengan mikrokontroler, PORT pada LCD perlu dihubungkan dengan PORT yang sesuai dengan PORT pada mikrokontroler. PORT pada mikrokontroler ini tidak dapat digunakan untuk fungsi yang lain (e.g. fungsi I/O), tetapi didekasikan khusus untuk fungsi LCD [15].



Gambar 2. 12 LCD I2C

Gambar 2.12 merupakan tampilan dari LCD I2C yang digunakan pada tugas akhir ini, Pada LCD dengan 14 pin, fungsi-fungsi setiap pin dijelaskan pada Tabel 2.6

Tabel 2. 5 Fungsi Pin Pada LCD

Pin	Simbol	I/O	Keterangan
1	Vcc	-	Ground
2	Vss	-	5v
3	RS	-	Untuk Mengatur Kontras
4	R/W	I	RS = 0 untuk memilih register command RS = 1 untuk memilih register data R/W = 0 untuk melakukan write R/W = 1 untuk melakukan read
5	E	I	Enable
6	DB0	I/O	Data bus 8-bit
7	DB1	I/O	Data bus 8-bit
8	DB2	I/O	Data bus 8-bit
9	DB3	I/O	Data bus 8-bit
10	DB4	I/O	Data bus 8-bit
11	DB5	I/O	Data bus 8-bit
12	DB6	I/O	Data bus 8-bit
13	DB7	I/O	Data bus 8-bit
14	DB8	I/O	Data bus 8-bit

2.8 Driver Motor

Driver motor adalah perangkat atau rangkaian elektronik yang digunakan untuk mengendalikan motor listrik dari sumber daya eksternal, seperti mikrokontroler atau komputer. Driver motor bertindak sebagai "jembatan" yang memungkinkan sinyal berdaya rendah dari mikrokontroler (misalnya Arduino, Raspberry Pi) untuk mengendalikan daya yang lebih besar yang dibutuhkan oleh motor.

Pada tugas akhir ini, driver motor yang digunakan merupakan modul Dimmer MTR-0005, Dimmer MTR-0005 adalah modul yang dirancang untuk mengontrol daya motor DC melalui metode PWM (*Pulse Width Modulation*). Modul ini mengatur tegangan DC yang diberikan ke beban sehingga intensitas atau kecepatan beban dapat diatur dengan lebih halus. Modul MTR-0005 sering digunakan dalam aplikasi di mana pengaturan daya yang akurat dan efisien diperlukan, seperti pada lampu pijar, lampu LED, atau motor DC. Adapun tampilan dari modul driver tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.13 berikut



Gambar 2. 13 Modul Dimmer MTR-0005

2.9 Motor DC

Motor DC atau motor direct current merupakan sebuah penggerak dengan torsi yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada motor DC terdapat dua kumparan untuk dapat menggerakkan motor DC, kumparan medan dan juga kumparan jangkar. Kumparan medan berfungsi sebagai penghasil medan magnet, sedangkan kumparan jangkar berfungsi sebagai tercipta nya gerak listrik [16].

Motor DC adalah sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor elektrostatis menggunakan gaya elektrostatis. Proses sebaliknya, menghasilkan energi listrik dari energi mekanik, yang dilakukan oleh generator seperti alternator, atau dinamo. Banyak jenis motor listrik dapat dijalankan sebagai generator, dan sebaliknya. Misalnya generator/starter untuk turbin gas, atau motor traksi yang digunakan untuk kendaraan, sering melakukan kedua tugas. motor listrik dan generator yang sering disebut sebagai mesin-mesin listrik [17].

Suatu motor listrik dapat dikatakan sebagai motor DC apabila membutuhkan supply tegangan DC atau tegangan searah pada kumparan jangkar dan medan untuk dikonversi menjadi energi mekanik [18]. Motor DC sering digunakan untuk berbagai macam pengaplikasian, penggunaannya yang dapat dilakukan secara dinamis maupun statis membuat motor DC menjadi pilihan untuk keperluan dengan rentang kecepatan yang lebar [18].



Gambar 2. 14 Motor DC

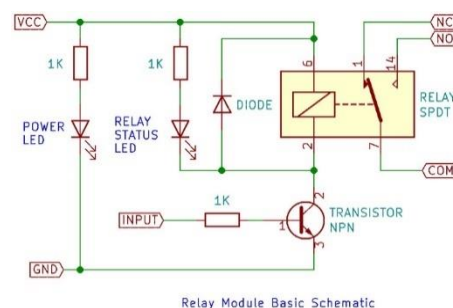
2.10 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar atau switch yang dioperasikan menggunakan listrik. Relay juga biasa disebut sebagai komponen elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu coil atau elektromagnet dan saklar atau mekanikal. Selain itu, relay juga dikenal sebagai komponen yang bisa digunakan untuk menerapkan logika switching [19].

Bagian elektro pada relay terdapat pada coil dan bagian mekanikal pada relay terdapat pada kontak saklar [20], [21]. Prinsip kerja dari relay itu sendiri adalah ketika coil tidak mendapatkan supply tegangan atau arus, maka medan magnet akan timbul dan akan menarik switch contact sehingga keadaan yang semula *Normally Open* (NO) berubah menjadi *Normally Close* (NC), dan apabila coil tidak mendapatkan supply tegangan maupun arus, maka medan magnet tidak akan timbul sehingga keadaan relay akan tetap pada posisi *Normally Close* (NC).



(a)



Relay Module Basic Schematic

(b)

Gambar 2. 15 (a) Modul Relay yang digunakan, (b) Skematik Relay

Gambar 2.15 merupakan tampilan dari modul relay yang digunakan pada pembuatan tugas akhir ini, Komponen relay menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak saklar sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau low power, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi [22].

2.11 Pompa Air DC

Pompa air DC adalah jenis pompa yang menggunakan motor listrik bertegangan arus searah (DC) untuk memindahkan atau mendorong air dari satu tempat ke tempat lain. Pompa ini biasanya dioperasikan dengan sumber daya baterai, panel surya, atau adaptor DC dan memiliki berbagai ukuran serta kapasitas tergantung aplikasi. Pompa air DC bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik yang memutar impeller atau baling-baling di dalam pompa, sehingga menciptakan tekanan yang mendorong air keluar melalui saluran keluaran.

Perancangan tugas akhir ini memanfaatkan pompa air DC untuk memindahkan cairan dari tangki menuju saluran pengisian ke botol, yang nantinya akan dikontrol oleh sensor water flow, adapun pompa DC yang digunakan adalah jenis pompa DC SL-4500.



Gambar 2. 16 Pompa DC SL-4500

Gambar 2.16 menunjukkan tampilan dari pompa DC SL-4500 yang digunakan pada tugas akhir ini, pompa air ini memiliki kemampuan yang cukup untuk diaplikasikan pada perancangan tugas akhir ini, untuk mengetahui lebih lanjut mengenai spesifikasi pompa air tersebut, dapat dilihat pada Tabel 2.7 berikut ini.

Tabel 2. 6 Spesifikasi Pompa DC SL - 4500

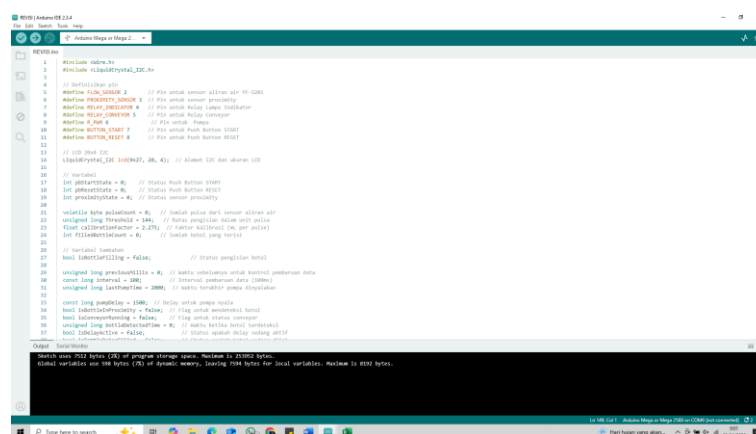
Parameter	Keterangan
Tegangan	12 Volt DC
Debit Aliran	5 Liter per Menit (LPM)
Tekanan Maksimum	100 PSI (sekitar 6,9 bar)
Jenis Pompa	Pompa membran (Diaphragm Pump)
Jenis Koneksi	Non Drat, Drat, Double Drat
Ukuran Ulir Masuk/Keluar	18 mm (perlu konektor tambahan)

2.12 Arduino IDE

Arduino IDE adalah singkatan dari “*Integrated Development Environment*”: ini adalah perangkat lunak resmi yang diperkenalkan oleh

Arduino.cc, yang terutama digunakan untuk mengedit, menyusun, dan mengunggah kode di Perangkat Arduino. Hampir semua modul Arduino kompatibel dengan perangkat lunak ini yang merupakan open source dan sudah siap tersedia untuk diinstal dan mulai mengompilasi kode saat dalam perjalanan. Ini dengan mudah tersedia untuk sistem operasi seperti MAC, Windows, Linux dan berjalan pada Platform Java yang dilengkapi dengan fungsi dan perintah bawaan yang memainkan peran penting untuk debugging, pengeditan, dan menyusun kode di lingkungan [23].

Integrated Development Environment (IDE) sangat berperan penting dalam pemrograman karena terdapat banyak modul atau library yang bisa diunduh dan digunakan sehingga sangat memudahkan ketika membuat program [24], Perangkat lunak ini mendukung berbagai papan Arduino, seperti Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Mega, dan masih banyak lagi, serta kompatibel dengan sejumlah papan mikrokontroler lain yang mendukung lingkungan pemrograman Arduino. Arduino IDE adalah perangkat lunak yang kuat dan fleksibel, ideal untuk proyek-proyek berbasis mikrokontroler Arduino, dari proyek sederhana hingga proyek kompleks dalam bidang robotika, otomasi, IoT, dan lainnya.



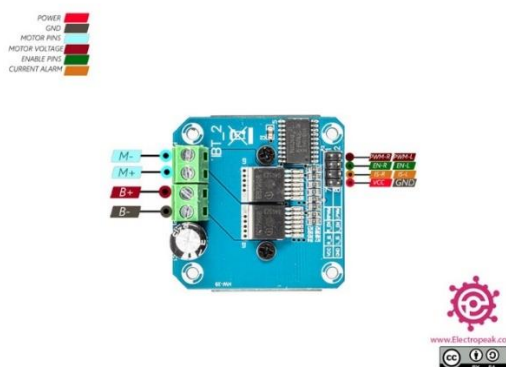
Gambar 2. 17 Tampilan Arduino IDE

Gambar 2.17 merupakan tampilan dari software Arduino IDE. Pada software Arduino IDE ini pengguna dapat menuliskan program atau coding yang biasa disebut dengan “sketch” [25], dalam software tersebut juga terdapat pilihan board

serta pengaturan lainnya yang dapat disesuaikan dengan penggunaan. Apabila pemrograman kurang sesuai atau terdapat error, software Arduino IDE dapat mendeteksi kesalahan dari program yang ditulis, sehingga perbaikan program menjadi cepat dan efisien [26].

2.13 Driver Motor DC BTS7960

Driver motor DC BTS7960 merupakan salah satu modul pengendali motor yang dirancang untuk menangani arus besar dan tegangan tinggi dengan efisiensi yang tinggi. Modul ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronika dan robotika, khususnya yang membutuhkan kontrol motor DC dua arah (*forward* dan *reverse*) dengan daya tinggi. BTS7960 bekerja sebagai jembatan H (H-Bridge), memungkinkan pengguna untuk mengatur arah dan kecepatan putaran motor dengan menggunakan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) dari mikrokontroler seperti Arduino, Raspberry Pi, maupun STM32. Modul ini memiliki dua buah IC BTS7960 buatan Infineon Technologies yang berfungsi sebagai driver H-Bridge berdaya tinggi dan mendukung arus hingga 43A serta tegangan hingga 24V secara terus-menerus, sehingga sangat cocok digunakan untuk motor DC besar, motor gear, ataupun motor penggerak robot berukuran menengah hingga besar [27].



Gambar 2. 18 Driver Motor BTS7960

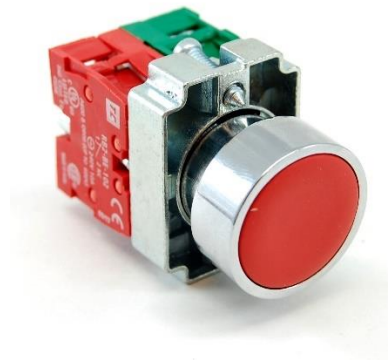
Secara teknis, driver BTS7960 memiliki fitur-fitur unggulan seperti proteksi terhadap *overtemperature*, *overcurrent*, dan tegangan balik (*reverse voltage protection*), yang membuatnya lebih aman dan andal dalam penggunaan jangka panjang. Modul ini biasanya dilengkapi dengan input sinyal PWM untuk mengatur

kecepatan dan input logika untuk mengatur arah putaran motor. Dua pin utama untuk input logika yaitu R_EN (Right Enable) dan L_EN (Left Enable), serta dua input PWM yaitu RPWM dan LPWM. Ketika sinyal diberikan ke pin RPWM dan R_EN aktif, maka motor akan berputar ke satu arah, sedangkan LPWM dengan L_EN akan membuat motor berputar ke arah sebaliknya. Dengan pengaturan duty cycle pada sinyal PWM, pengguna dapat mengontrol kecepatan motor secara presisi. Modul ini juga sudah dilengkapi dengan pendingin (*heatsink*) sehingga dapat membuang panas dengan baik saat bekerja dalam arus tinggi [27].

Dalam implementasi tugas akhir, khususnya pada sistem pengisian botol berbasis mikrokontroler Arduino, penggunaan driver motor BTS7960 menjadi solusi yang sangat tepat ketika aktuator pengisian seperti pompa air menggunakan motor DC berdaya besar. BTS7960 merupakan modul pengendali motor arus tinggi yang mampu menangani arus hingga 43 A dan tegangan hingga 24 V.. Keunggulan lainnya terletak pada kemudahan integrasinya dengan mikrokontroler Arduino, termasuk Arduino Mega 2560, karena BTS7960 memiliki input logika yang kompatibel dengan tegangan 5V tanpa memerlukan konverter level logika tambahan.

2.14 Push Button

Push button adalah salah satu komponen input mekanis yang paling umum digunakan dalam sistem elektronika dan mikrokontroler. Dalam konteks tugas akhir ini, push button digunakan sebagai saklar digital sederhana untuk mengendalikan berbagai aksi seperti memulai proses pengisian air secara manual, menghentikan proses, maupun sebagai akses ke mode kalibrasi sistem. Push button termasuk dalam jenis saklar momentary dengan konfigurasi *Normally Open* (NO), yang berarti hanya akan menghubungkan sirkuit saat ditekan dan akan kembali terbuka begitu dilepas. Sifat ini membuat push button ideal untuk aplikasi sistem kontrol satu kali tekan (*one-shot command*) seperti yang diterapkan pada sistem pengisian botol ini. Ketika ditekan, push button mengirimkan sinyal logika ke mikrokontroler, dalam hal ini Arduino Mega 2560, untuk memicu suatu perintah dalam program.



Gambar 2. 19 Pushbutton

Dalam implementasinya, push button dihubungkan ke pin digital Arduino dan dikombinasikan dengan resistor pull-up atau pull-down untuk menghindari kondisi logika tidak stabil (*floating input*). Arduino sendiri menyediakan fitur internal pull-up resistor pada pin input digital, yang memungkinkan pengguna tidak perlu menambahkan resistor eksternal lagi. Logika sistem biasanya dibuat agar mendeteksi perubahan dari HIGH ke LOW ketika tombol ditekan, karena default-nya dalam kondisi HIGH (melalui INPUT_PULLUP). Ketika ditekan, pin input menjadi LOW dan sistem mengenali sebagai sinyal aktif. Fungsi ini dapat diprogram untuk menyalakan pompa atau sekadar mengatur ulang proses [28].

Pemilihan push button sebagai komponen input didasarkan pada beberapa pertimbangan teknis dan praktis. Pertama, push button mudah didapat dan sangat ekonomis dari sisi biaya. Kedua, bentuknya yang sederhana membuatnya tahan terhadap lingkungan industri ringan, khususnya saat digunakan di lingkungan pengisian air mineral yang mungkin memiliki kelembaban atau cipratan air. Push button juga memiliki respon sangat cepat dan latensi rendah, sangat cocok untuk sistem yang memerlukan input instan tanpa pemrosesan sinyal tambahan.

2.15 Pilot Lamp

Pilot lamp atau lampu indikator adalah perangkat visual yang berfungsi sebagai penanda status sistem melalui cahaya. Dalam sistem pengisian air mineral otomatis ini, pilot lamp digunakan untuk memberikan umpan balik instan kepada pengguna, apakah sistem sedang dalam keadaan standby, proses pengisian sedang berjalan,

atau pengisian telah selesai. Pilot lamp dalam tugas akhir ini menggunakan LED (*Light Emitting Diode*) berwarna berbeda (misalnya merah, kuning, hijau) untuk membedakan masing-masing status sistem. Lampu ini dihubungkan langsung ke pin output digital Arduino Mega 2560 dan dikontrol secara logika sesuai dengan alur program. Penggunaan pilot lamp memperkuat aspek *Human-Machine Interface* (HMI) dalam sistem, di mana operator dapat mengetahui kondisi sistem hanya dengan melihat cahaya indikator tanpa memerlukan perangkat monitor tambahan [29].



Gambar 2. 20 Pilotlamp

Dalam sistem ini, pilot lamp bertegangan 12V DC digunakan sebagai indikator status sistem, seperti mode standby, proses pengisian aktif, dan kondisi error. Karena Arduino hanya dapat memberikan logika kontrol 5V dengan arus terbatas, maka pilot lamp tidak dikendalikan secara langsung dari pin digital. Sebagai solusinya, digunakan modul relay sebagai saklar elektronik untuk menghubungkan dan memutuskan arus 12V DC ke pilot lamp sesuai logika program. Ketika Arduino mengaktifkan pin output tertentu melalui perintah *digitalWrite()*, relay akan aktif dan mengalirkan arus ke lampu indikator sesuai status yang diinginkan.