

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pembuatan sistem dengan menggunakan mikrokontroler telah beberapa kali dilakukan namun dengan kondisi dan hasil yang berbeda-beda pada setiap percobaan yang dilakukan. Berikut adalah beberapa percobaan yang telah dilakukan yang didapat dari beberapa jurnal dan naskah publikasi.

Afrizal Fitriandi, Endah Komalasari dan Herri Gusmedi dengan judul “Rancang Bangun Alat *Monitoring* Arus Berbasis Mikrokontroler dengan SMS *Gateway*”. Alat ini menggunakan sensor ACS 712 5A sebagai sensor arus, modul Arduino UNO sebagai mikrokontroler, Modul GSM *Shield* sebagai *device* untuk menggunakan fitur SMS *Gateway* dan LCD untuk menampilkan nilai arus. Hasil yang didapat adalah sistem dapat menampilkan arus dengan kisaran 1.12 Ampere sampai dengan 1.18 Ampere. Namun tidak dilakukan pengujian terhadap nilai arus yang sebenarnya (pengukuran dengan multimeter). Pengujian fitur SMS *gateway* juga berhasil dilakukan, sistem berhasil mengirimkan nilai arus kepada nomor yang telah diatur sebelumnya.

Hilman Hr. Jufri dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Daya Arus Bolak Balik Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535”. Alat ini menggunakan sensor arus ACS 712 5A sebagai sensor arus, ATMEGA 8535 sebagai mikrokontroler dan LCD sebagai penampil nilai arus. Hasil yang didapatkan adalah hasil pengukuran menggunakan sensor yaitu antara 0A sampai 2A menggunakan sensor. Pengukuran menggunakan sensor tidak dibandingkan dengan menggunakan multimeter, hanya dicantumkan nilai multimeter dan output tegangan dari sensor arus itu sendiri.

Muhammad Izzuddin Al-Muqorrobin dan Anna Nur Nazilah Chamim dengan judul “Penyiram Otomatis pada Tanaman Atap Rumput Gajah”. Sistem ini merupakan salah satu implementasi penggunaan mikrokontroler. Sistem ini menggunakan sensor FC28 sebagai sensor kelembaban tanah, ATMEGA16 sebagai

mikrokontroler, LCD sebagai penampil nilai kelembaban, MOC3021 sebagai *relay* dan pompa air sebagai komponen yang dikendalikan. Hasil yang didapat adalah sistem dapat membaca tingkat kelembaban tanah dalam bentuk presentase dan ditampilkan dalam penampil LCD. Kemudian nilai kelembaban tersebut dijadikan acuan untuk mengaktifkan dan mematikan pompa air melalui MOC3021. Ketika nilai kelembaban diatas 10% maka sistem akan mengaktifkan pompa penyiram dan ketika nilai kelembaban tanah dibawah 10% maka sistem akan mematikan pompa penyiram.

Sulis Irjayanto dan Anna Nur Nazilah Chamim dengan judul “Prototipe Kotak Pengingat Minum Obat”. Sistem ini juga merupakan salah satu implementasi penggunaan mikrokontroler. Sistem ini menggunakan RTC (*Real Time Clock*) sebagai komponen yang dapat menyimpan variabel waktu, arduino uno sebagai modul mikrokontroler, LM35 sebagai sensor suhu, tombol *keypad* sebagai *input* nilai, LCD sebagai komponen penampil nilai waktu dan suhu, dan *buzzer* sebagai *output* dari sistem. Hasil yang didapat adalah sistem dapat menampilkan waktu secara *real time*. Kemudian dapat dilakukan *input* waktu yang diinginkan menggunakan *keypad* untuk membunyikan *buzzer* sebagai pengingat waktu untuk meminum obat. Kemudian di dalam kotak terdapat 3 ruang kecil yang disekat dan ketiganya diberikan sensor suhu LM35 untuk mendeteksi suhu pada tiap-tiap sekat dan ditampilkan pada penampil LCD.

Afrizal Fitriandi, Endah Komalasari dan Herri Gusmedi dengan judul “Rancang Bangun Alat *Monitoring* Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS *Gateway*”. Sistem ini menggunakan sensor arus 20A dan sensor tegangan sebagai *input*, Arduino Uno sebagai modul mikrokontroler, *Arduino Shield* sebagai komponen untuk mengirimkan SMS dan LCD sebagai penampil nilai arus. Hasil yang didapat adalah sensor arus dapat membaca nilai arus dengan *range* 1.2 Ampere hingga 1.7 Ampere dan nilai tegangan dengan *range* 210 hingga 225 Volt. Namun dalam pengujian tidak dicantumkan nilai arus yang didapat dari pengukuran menggunakan multimeter, jadi tidak diketahui berapa tingkat kesalahan

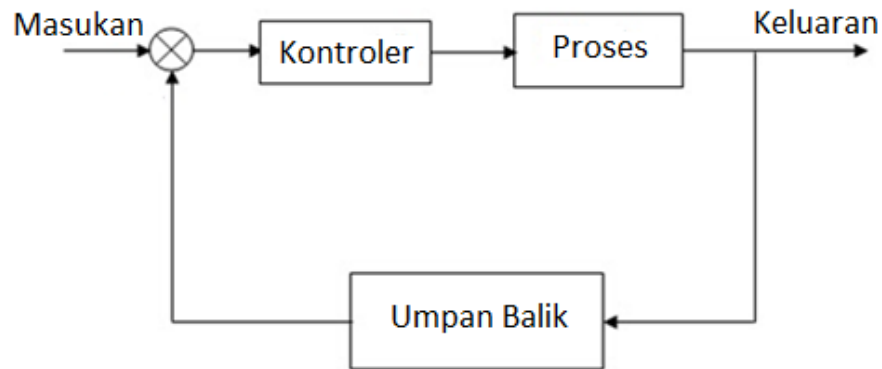
pengukurannya. Sistem juga berhasil mengirimkan data tegangan dan arus kepada nomor yang sudah diatur sebelumnya.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Sistem Kendali

Sistem merupakan jaringan kerja dari prosedur – prosedur yang saling berhubungan berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau menyelesaikan suatu tujuan tertentu. Kendali dapat diartikan sebagai mengatur, mengarahkan atau memerintah, jadi sistem kendali adalah suatu susunan komponen yang terhubung atau terkait sedemikian rupa sehingga dapat memerintah, mengarahkan atau mengatur diri sendiri atau sistem lain.

Sistem kendali dibedakan menjadi dua yaitu sistem kendali terbuka (*open loop*) dan sistem kendali tertutup (*closed loop*). Sistem kendali terbuka adalah sistem kendali yang keluarannya tidak berpengaruh kepada aksi pengontrolan, jadi keluarannya tidak diumpan balikkan untuk dibandingkan dengan masukan. Sistem kendali tertutup adalah sistem kendali yang keluarannya berpengaruh terhadap aksi pengendalian, jadi keluarannya diumpan balikkan dan dibandingkan dengan masukannya. Jika keluaran masih terjadi kesalahan maka akan dilakukan pemrosesan kembali oleh kontroler untuk mengurangi atau menghilangkan kesalahan yang ada. Dari kedua sistem kendali tersebut, sistem kendali tertutup lebih tinggi tingkat keakuratannya karena kesalahan pada keluarannya diminimalisir atau bahkan dihilangkan, jadi pada Tugas Akhir ini digunakan sistem kendali tertutup.



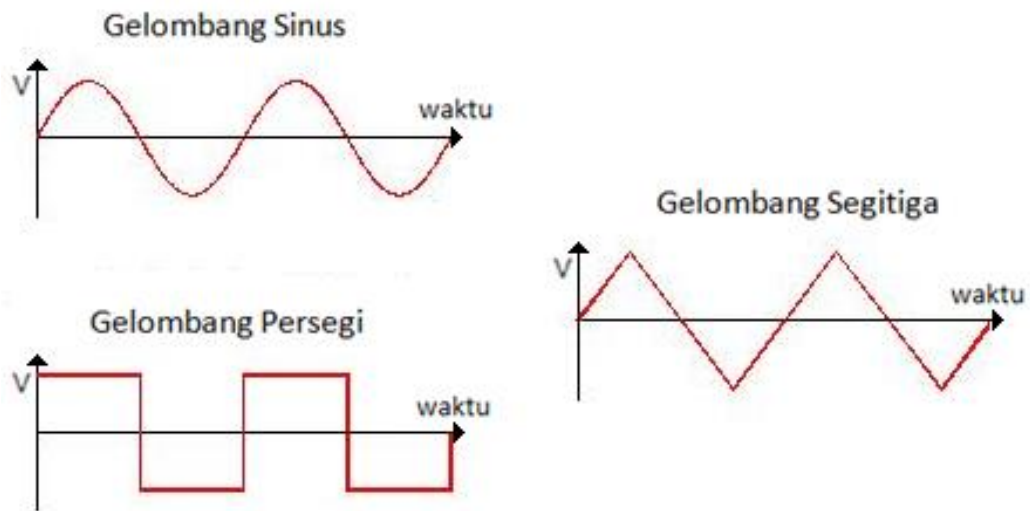
Gambar 2.1 Diagram Sistem Kendali Tertutup

Sistem kendali terdiri dari beberapa komponen pembentuk, yaitu masukan (*input*) sebagai masukan pada sistem, pengendali atau kontroler sebagai komponen yang mengontrol kerja sistem, proses kontrol, keluaran sistem (*output*) dan umpan balik (*feedback*) sebagai keluaran (*output*) yang dijadikan sebagai masukan lagi.

2.2.2. Arus Listrik

Arus listrik adalah banyaknya muatan-muatan listrik yang yang disebabkan oleh pergerakan elektron-elektron yang mengalir dalam suatu rangkaian dalam tiap satuan waktu. Satuan SI untuk arus listrik adalah Ampere. Dalam tugas akhir ini arus listrik diukur dan dijadikan sebagai acuan untuk melakukan pengendalian arus listrik sesuai dengan kebutuhan.

Arus listrik dibagi menjadi dua, yaitu arus listrik AC (*Alternating Current*) dan arus listrik DC (*Direct Current*). Arus listrik AC adalah arus listrik di mana besarnya dan arahnya arus berubah-ubah secara bolak-balik tiap satuan waktu sehingga arus listrik AC mempunyai frekuensi. Berbeda dengan arus DC di mana arah arus yang mengalir tidak berubah-ubah dengan waktu. Frekuensi yang digunakan di Indonesia adalah 50Hz. Bentuk gelombang dari listrik arus bolak-balik biasanya berbentuk gelombang sinus yang memungkinkan pengaliran energi yang paling efisien. Namun dalam aplikasi-aplikasi spesifik yang lain, bentuk gelombang lain pun dapat digunakan, misalnya bentuk gelombang segitiga (*triangular wave*) dan bentuk gelombang segi empat (*square wave*).

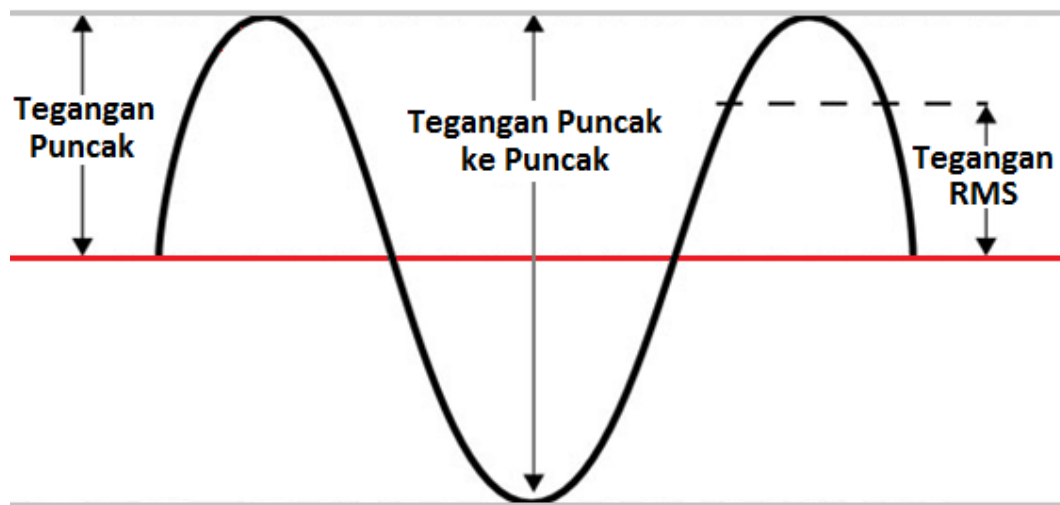


Gambar 2.2 Bentuk Gelombang

Pada peralatan rumah tangga jenis arus listrik yang digunakan adalah arus listrik AC. Penggunaan arus berbeda-beda, tergantung dari kebutuhan yang digunakan. Pada pembuatan sistem ini, dilakukan pengujian pada rumah dengan daya rendah 450VA. Karena menggunakan daya rendah, peralatan listrik yang digunakan pun tidak terlalu banyak. Peralatan listrik yang digunakan adalah pompa air, kulkas, televisi, *rice cooker*, setrika, *charger* laptop, telepon seluler, *blender* dan penerangan (lampu).

2.2.3. Pengukuran Arus AC

Pengukuran arus AC tidaklah mudah karena gelombang yang diukur berubah-ubah secara konstan. Ada beberapa cara mengukur arus AC, yaitu dengan menghitung berdasarkan gelombangnya dan dapat diukur berdasarkan medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut.



Gambar 2.3 Gelombang Sinus

Pengukuran arus AC berdasarkan gelombang dapat dilakukan dengan menghitung besarnya V_p (Tegangan *peak* atau puncak) dan V_{pp} (tegangan *peak-to-peak* atau puncak ke puncak) kemudian dilakukan penghitungan untuk menentukan V_{rms} (tegangan terukur). Berikut adalah rumus untuk menentukan tegangan rms berdasarkan tegangan puncak ke puncak dan tegangan puncak:

$$V_{rms} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}} \text{ (Volt) atau } V_{rms} = 0.707 \times V_p \text{ (Volt)}$$

Keterangan: V_{rms} = Tegangan terukur (Volt)

V_{pp} = Tegangan puncak ke puncak (Volt)

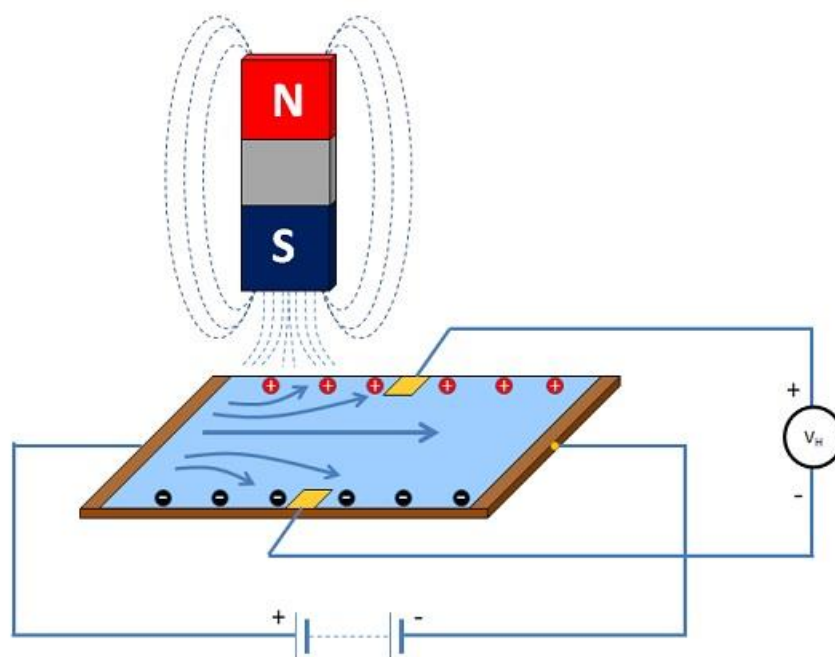
V_p = Tegangan puncak (Volt)

Berdasarkan tegangan rms tersebut dapat dihitung besarnya arus listriknya. Besarnya arus listrik tergantung dari beban yang terhubung dengan rangkaiannya.

Pengukuran arus AC berdasarkan medan magnet dapat dilakukan dengan menggunakan sensor yang berbasis *Hall Effect*. Sensor yang berbasis *Hall Effect* umumnya terbuat dari semikonduktor tipis yang bertipe P berbentuk persegi panjang. Bahan semikonduktor yang digunakan umumnya adalah *gallium arsenide* (GaAs), *indium antimonide* (InSb), *indium phosphide* (InP) atau *indium arsenide*

(InAs). Semikonduktor tipis tersebut dialiri oleh arus listrik secara terus menerus yang dihubungkan dengan sumber tegangan. Ketika sebuah medan magnet didekatkan atau semikonduktor tersebut diposisikan pada tempat yang mempunyai medan magnet yang dihasilkan dari aliran arus listrik, garis-garis medan magnetik (*flux*) magnetik akan menggunakan gaya pada semikonduktor tersebut untuk mengarahkan muatan pembawa (elektron dan proton) ke kedua sisi dari semikonduktor tersebut. Gerakan pembawa muatan ini adalah hasil dari gaya magnet yang melewati semikonduktor tersebut.

Dikarenakan muatan elektron dan muatan proton bergerak masing-masing kekedua bagian semikonduktor tersebut, maka akan terjadi perbedaan potensial pada kedua bagian atau sisi tersebut yang dapat dijadikan dasar untuk mengukur besarnya arus AC. Elektron yang bergerak melewati bahan semikonduktor ini dipengaruhi oleh timbulnya medan magnet eksternal pada posisi atau sudut tertentu. Bentuk yang terbaik untuk mendapatkan posisi atau sudut yang benar adalah dengan menggunakan persegi panjang yang berbentuk pipih (*Flat Rectangular*) pada komponen sensor berbasis *Hall Effect* ini.



Gambar 2.4 Skematik *Hall Effect*

Sumber: <https://teknikelektronika.com/pengertian-sensor-efek-hall/>

Proses perubahan arah aliran elektron (listrik) dalam plat semikonduktor yang terjadi karena pengaruh medan magnet tersebut yang disebut sebagai *Hall Effect*. Dr. Edwin Hall adalah ilmuwan yang pertama kali menemukan *Hall Effect* ini pada tahun 1879. Untuk bisa menghasilkan beda potensial diseluruh semikonduktor, garis *flux* magnetik harus berada dalam posisi tegak lurus atau 90° terhadap aliran listrik dengan posisi kutub yang benar. Penggunaan nama “*Hall*” diambil dari nama penemu teori ini yaitu Dr. Edwin Hall. Dasar dari prinsip kerja *Hall Effect* ini adalah gaya Lorentz yaitu gaya yang diakibatkan oleh muatan listrik yang bergerak dalam suatu medan magnet.

2.2.4. Pengendalian Penggunaan Arus

Pengendalian adalah sebuah proses mengatur sebuah sistem atau pekerjaan. Pengendalian dilakukan untuk mencapai tujuan tertentu. Jadi pengendalian penggunaan arus adalah proses mengatur penggunaan arus listrik itu sendiri untuk mencapai tujuan tertentu. Dalam tugas akhir ini pengendalian arus listrik diartikan sebagai pembatasan penggunaan konektor atau kotak kontak listrik dengan tujuan penggunaan arus listrik tidak melebihi ketentuan yang sudah diatur sebelumnya.

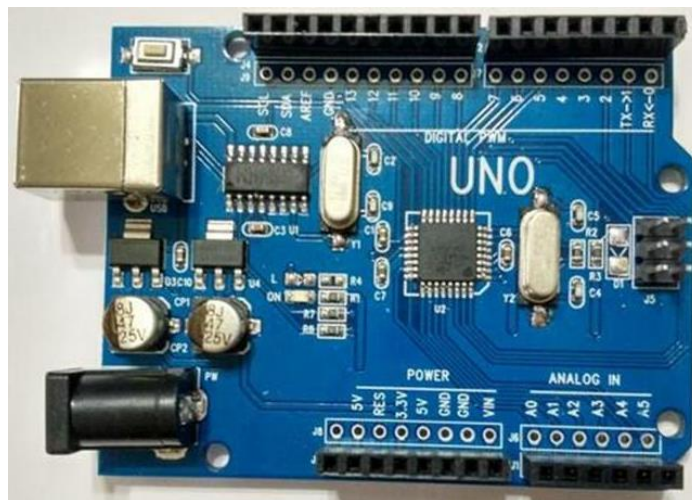
2.2.5. Beban Listrik Rumah Tangga

Beban listrik adalah segala sesuatu yang membutuhkan daya listrik dalam penggunaannya. Beban listrik rumah tangga adalah beban listrik yang digunakan dalam lingkungan rumah tangga seperti perangkat elektronik. Beban listrik yang digunakan bervariasi tergantung dengan kebutuhan. Pada rumah dengan daya rendah 450VA, beban listrik yang digunakan tidaklah banyak dan tidak menggunakan daya listrik yang besar. Beban listrik yang biasa digunakan pada rumah daya rendah 450VA adalah lampu penerangan, laptop, televisi, kipas angin, kulkas, penanak nasi, pompa air dan setrika. Tentu saja semua perangkat elektronik tersebut tidak secara bersamaan digunakan, namun digunakan secara bergantian agar tidak melebihi daya yang terpasang di rumah tersebut.

2.2.6. Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah sebuah *development board* mikrokontroler dengan basis *chip* ATmega 328. Dapat dikatakan demikian dikarenakan *board* ini memang dapat difungsikan sebagai *board* untuk membuat *prototype* sirkuit mikrokontroler. Dengan adanya *development board* ini akan memudahkan dalam proses perangkaian rangkaian *prototype* elektronik mikrokontroler jika dibandingkan dengan memulai merancang sebuah rangkaian dengan menggunakan ATmega 328 dari nol.

Arduino Uno mempunyai 14 buah pin *digital input / output* (I/O) yang 6 diantara 14 pin tersebut dapat difungsikan untuk *output* PWM, 6 buah pin *analog input*, menggunakan *crystal* sebesar 16MHz, sebuah konektor USB, konektor untuk adaptor listrik, *header* ICSP dan sebuah tombol untuk reset. Semua komponen tersebut merupakan komponen-komponen yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler. Untuk sumber *power* dapat digunakan kabel USB (5Volt) atau menggunakan adaptor dengan *range* 7Volt hingga 12Volt.



Gambar 2.5 Arduino Uno R3 SMD

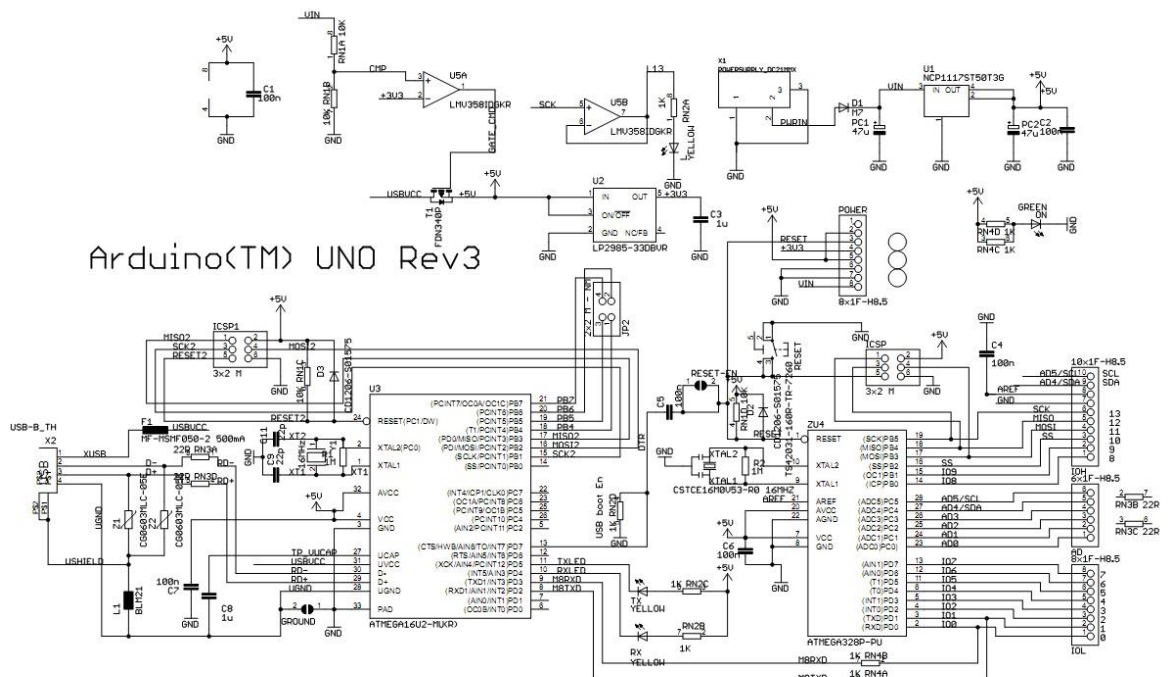
Arduino seri Uno ini berbeda jika dibandingkan dengan semua modul Arduino seri sebelumnya, Arduino seri Uno ini tidak menggunakan *chip* driver FTDI USB to serial. Sebaliknya, fitur ATmega 16U2 (ATmega 8U2 hingga versi R2) dirancang sebagai sebuah pengubah USB ke serial. Revisi ke-2 dari papan

Arduino seri Uno mempunyai resistor yang menarik garis 8 U2 HWB ke *ground*, yang menjadikannya lebih mudah untuk diletakkan pada DFU mode. Revisi 3 dari papan Arduino UNO memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

1. Pin keluaran: ditambahkan sebuah pin SDA dan sebuah pin SCL yang posisinya bersebelahan dengan pin AREF dan 2 pin baru lainnya yang diposisikan mendekati pin RESET, IOREF yang mempermudah *shield-shield* agar bisa menyesuaikan tegangan yang bersumber dari papan arduino itu sendiri.
2. Sirkuit RESET yang lebih kuat
3. ATmega16U2 menggantikan seri 8 U2

A. Skematik Arduino Uno R3

Berikut adalah skematik dari arduino uno R3:



Gambar 2.6 Skematik Arduino Uno R3

Sumber: https://www.14core.com/wp-content/uploads/2015/06/14Core_Arduino_UNO1.jpg

B. Daya Arduino Uno

Daya penggunaan Arduino UNO bisa disuplai menggunakan koneksi kabel USB atau dengan menggunakan *power supply* khusus. Sumber dari penggunaan daya untuk arduino dipilih secara otomatis diantara kedua sumber daya tersebut. *External supply* (non USB) dapat dididapatkan dari sebuah adaptor yang mengubah tegangan dan arus AC ke DC atau bisa menggunakan baterai. Adaptor dapat didigunakan sebagai sumber daya untuk arduino dengan menghubungkan sebuah *center-positive plug* yang panjangnya lebih kurang 2,1mm ke *power jack* dari papan arduino. Konektor *lead* dari sebuah baterai bisa dihubungkan ke dalam konektor pin *ground* dan pin *Vin* dari konektor *power*.

Papan Arduino Uno bisa beroperasi secara normal dengan suplai daya eksternal dari 6Volt hingga 20Volt. Jika papan arduino disuplai menggunakan tegangan yang lebih kecil dari 7Volt maka kemungkinan besar pin *power* 5Volt Arduino akan menyuplai tegangan yang lebih kecil dari 5Volt juga dan dapat mengakibatkan papan Arduino Uno menjadi kurang stabil. Jika papan arduino menggunakan suplai tegangan yang lebih dari besar dari 12Volt, komponen *regulator* tegangan bisa kelebihan panas dan bisa membahayakan papan Arduino Uno itu sendiri. Rentan tegangan yang disarankan untuk menyuplai arduino adalah sebesar 7Volt sampai 12Volt.

Berikut ini adalah pin-pin untuk sumber daya yang ada pada Arduino Uno R3:

1. Pin *Vin*. Pin *Vin* merupakan sumber tegangan masukan ke Arduino ketika papan arduino sedang menggunakan sumber daya eksternal (sebagai contoh menggunakan 5Volt dari kabel USB atau sumber daya lain). Proses penyuplaian daya untuk arduino dapat melalui pin ini atau jika penyuplaian tegangan melalui *power jack*, maka alurnya akan melewati pin ini.
2. Pin 5V. Pin 5V merupakan merupakan pin keluaran dengan tegangan 5Volt yang diatur oleh regulator tegangan yang ada pada papan arduino.
3. Pin 3V3. Pin 3V3 adalah pin yang menyuplai tegangan sebesar 3.3Volt yang juga dihasilkan oleh regulator tegangan pada papan arduino. Arus DC maksimal yang dapat dialirkan adalah sebesar 50mA.
4. Pin GND. Pin GND adalah pin untuk *ground*.

C. Memori

ATMega328 mempunyai memori sebesar 32KB dimana memori sebesar 0,5KB digunakan untuk *boot loader*. Selain itu, ATMega328 memiliki memori SRAM sebesar 2KB dan memori EEPROM sebesar 1KB yang bisa dibaca dan ditulis (*read and write*) dengan menggunakan EEPROM *library*).

D. Input dan Output (I/O)

Pada setiap 14 buah pin *digital* pada papan Arduino Uno ini dapat digunakan sebagai *input* dan dapat pula digunakan sebagai *output*, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi-fungsi tersebut sama-sama beroperasi pada tegangan 5Volt. Setiap pin tersebut dapat mengalirkan arus DC maksimal 40mA dan memiliki sebuah *pull up resistor* yang terputus secara *default* sebesar antara 20kOhm hingga 50 kOhm. Selain itu, beberapa pin tersebut mempunyai beberapa fungsi-fungsi spesial sebagai berikut:

1. Fungsi serial: 0 untuk RX, 1 untuk TX. Dapat diperuntukkan untuk menangkap (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL (*Transistor-Transistor Logic*). Keduanya dihubungkan dengan pin-pin yang bersesuaian dengan *chip* Serial ATMega 8U2 USB ke TTL.
2. *External Interrupt*: Pin 2 dan pin 3 dapat diatur untuk dipicu sebuah gangguan (*interrupt*) pada sebuah nilai yang rendah, proses kenaikan atau penurunan yang tinggi atau suatu perubahan nilai tertentu.
3. PWM: Pin PWM adalah pin 3, pin 5, pin 6, pin 9, pin 10, dan pin 11. Pin-pin ini dapat menggunakan PWM output sebesar 8bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.
4. SPI: pin 10 untuk SS, pin 11 untuk MOSI, pin 12 untuk MISO dan pin 13 untuk SCK. Pin-pin ini dapat melakukan komunikasi SPI dengan menggunakan SPI-Library.
5. LED: pin *digital* 13 terhubung dengan satu buah LED. Pada saat pin 13 ini mempunyai nilai *HIGH*, maka LED pada pin 13 akan menyala, dan pada saat pin bernilai *LOW*, maka LED pada pin 13 akan mati.

Arduino Uno R3 memiliki 6 buah pin input analog yang dinamakan dengan pin A0, A1, A2 hingga A5. Setiap pin analog ini menggunakan resolusi sebesar 10bit. Secara *default*, 6 buah pin input analog ini melakukan pengukuran tegangan masukan dari 0Volt hingga sebesar 5Volt. Kemudian beberapa pin yang ada mempunyai fungsi yang spesial, sebagai contoh pin TWI. TWI merupakan pin analog A4 (SDA) dan pin analog A5 (SCL). Arduino dapat *support* komunikasi TWI dengan menggunakan *wire library*.

Kemudian ada 2 buah pin lagi yang ada pada papan arduino, yaitu:

1. Pin AREF. Pin AREF merupakan pin referensi tegangan untuk *input* analog. Dapat digunakan menggunakan fungsi `analogReference()`.
2. Pin Reset. Pin Reset digunakan untuk mereset mikrokontroler dengan memberikan logika *LOW* pada rangkaian pin ini atau dapat digunakan sebagai tombol reset mikrokontroler.

E. Ringkasan

Tabel 2.1. Ringkasan Spesifikasi Arduino Uno R3

Mikrokontroler	ATMega 328
Tegangan operasi	5Volt
Tegangan masukan yang dianjurkan	7Volt hingga 12Volt
Batas tegangan masukan	6Volt hingga 20Volt
Banyaknya pin Input/Output <i>digital</i>	14 buah pin (6 buah pin diantaranya <i>support</i> penggunaan PWM)
Banyaknya pin <i>input</i> analog	6 buah pin analog

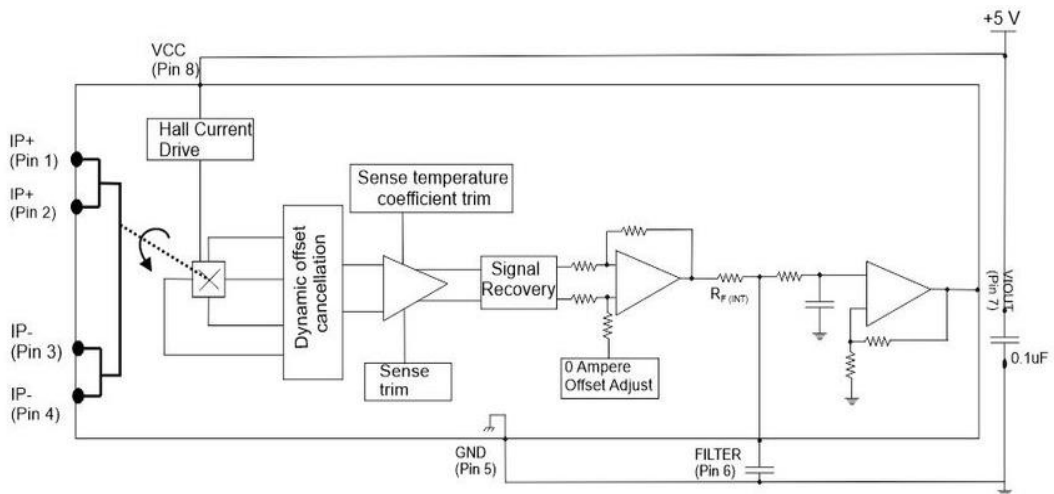
Tabel 2.1. Ringkasan Spesifikasi Arduino Uno R3 (Lanjutan)

Arus maksimal pada setiap pin 3.3V	50mA
Arus maksimal pada setiap pin Input/Output	40mA
<i>Flash Memory</i>	32KB (ATMega 328), kurang lebih 0.5KB digunakan untuk <i>boot loader</i>
Besarnya SRAM	2KB (ATMega 328)
Besarnya EEPROM	1KB (ATMega 328)
<i>Clock Speed</i>	16MHz

2.2.7. Sensor Arus ACS712

Sensor arus ACS712 merupakan sensor arus yang berbasis *Hall Effect*. ACS712 adalah sensor yang presisi untuk sebuah sensor arus yang dapat melakukan pengukuran arus AC ataupun DC.

Sensor arus ACS712 ini mempunyai pendeteksian arus dengan tingkat keakuratan yang relatif tinggi dikarenakan didalam sensor ini terdapat rangkaian *low offset linear Hall* dengan sebuah sirkuit yang terbuat dari tembaga. Prinsip kerja sensor ACS712 adalah arus yang mengalir melewati kabel tembaga menghasilkan medan magnet (fluks) yang diterima oleh IC *Hall* yang terintegrasi dan keluarannya diatur menjadi tegangan keluaran yang stabil. Tingkat keakuratan dalam melakukan pembacaan arus listrik dimaksimalkan dengan adanya komponen yang ada di dalamnya diantara kabel tembaga yang menghasilkan medan magnet (fluks) dengan *hall-transducer* secara berdekatan. Berikut gambar skematik dan *pin out* dari sensor ACS712:



Gambar 2.7 Skematik Sensor Arus ACS712

Sumber:

https://www.researchgate.net/profile/Sandeep_Nagar/publication/281865046/figure/fig16/AS:614313077248018@1523475059432/block-diagram-of-ACS712-current-sensor.png



Gambar 2.8 Sensor Arus ACS 712

Berdasarkan gambar diatas berikut adalah nama terminal pada ACS 712 dan penjelasan tiap terminalnya:

Tabel 2.2 Daftar Pin ACS712 dan Penjelasan

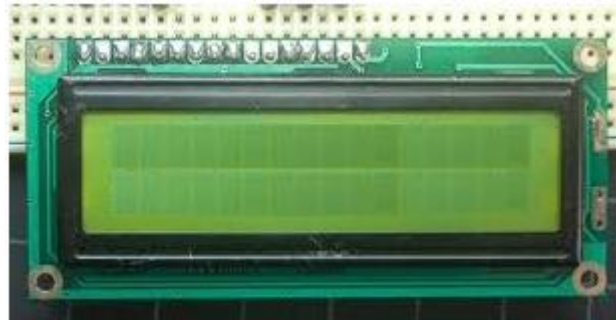
Nama	Deksripsi
IP+	Terminal untuk arus yang akan diukur
IP-	Terminal untuk arus yang akan diukur
GND	Terminal <i>ground</i> .
OUT	Sinyal analog yang dihasilkan.
+5V	<i>Power supply</i> untuk sensor sebesar +5Volt.

Sensor Arus ACS712 memiliki karakteristik sebagai berikut:

- 1) *Rise-time output* = 5 μ s.
- 2) *Bandwidth* maksimal sebesar 80 kHz.
- 3) Total kesalahan *output* sebesar 1.5 % pada suhu 25° Celcius.
- 4) Resistansi semikonduktor internal sebesar 1.2 m Ω .
- 5) Tegangan isolasi minimal adalah 2.1kV antara pin 1 hingga pin 4 dan pin 5 hingga pin 8.
- 6) Sensitivitas tegangan *output* sebesar 185 mV per Ampere untuk ACS712 5A dan 100 mV per Ampere untuk ACS712 20A.
- 7) Dapat mendeteksi penggunaan arus AC maupun arus DC hingga maksimal 5A untuk ACS712 5A dan 20A untuk ACS712 20A..
- 8) Tegangan *output* proporsional jika dibandingkan dengan arus masukan AC maupun DC.
- 9) Tegangan kerja ACS712 adalah 5 VDC.

2.2.8. LCD (*Liquid Cristal Display*) 2X16 karakter

LCD (*Liquid Cristal Display*) merupakan sebuah *display* yang terbuat dari sebuah bahan cairan kristal yang penggunaannya menggunakan sistem *dot matrix*. LCD umumnya digunakan sebagai display dari alat-alat elektronik sebagai contoh multimeter *digital*, kalkulator, jam *digital* dan lain-lain. LCD bisa dihubungkan dengan modul mikrokontroler Arduino Uno R3 dengan mudah. Di dalam tugas akhir ini digunakan LCD berjenis LCD 2x16 dengan lebar layar sepanjang 2 baris dengan 16 kolom.



Gambar 2.9 LCD 2x16

LCD (Liquid Cristal Display) sudah dilengkapi perangkat pengontrol sendiri yang menyatu dengan LCD sehingga memudahkan dalam penggunaannya, hanya tinggal menyesuaikan data pin LCD tersebut dengan mikrokontroler. Berikut adalah tabel pin-pin LCD 2x16 beserta fungsinya:

Tabel 2.3 Daftar Pin-pin LCD dan Penjelasannya

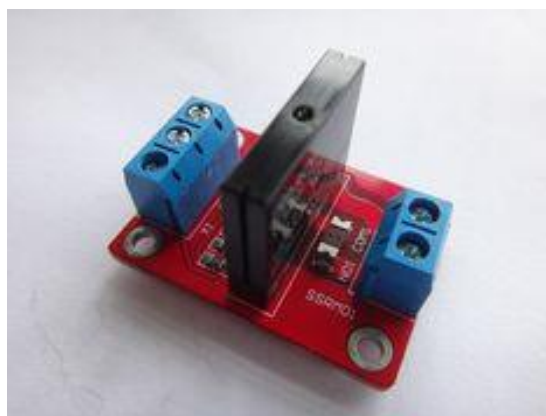
No	Nama Pin	Fungsi
1	Vss	Sebagai <i>ground</i>
2	VCC	Sumber tegangan +5Volt
3	VEE	Untuk mengatur kontras
4	RS	Pilihan Register 0 = Register Instruksi 1 = Register data
5	R/W	Pemilihan mode 0 = mode penulisan (<i>write</i>) 1 = mode pembacaan (<i>read</i>)
6	E	<i>Enable</i> 0 = untuk mengaktifkan data 1 = untuk menonaktifkan data
7	DB0	Data <i>bit</i> ke-0

Tabel 2.3 Daftar Pin LCD dan Penjelasannya (Lanjutan)

No	Nama	Fungsi
8	DB1	Data <i>bit</i> ke-1
9	DB2	Data <i>bit</i> ke-2
10	DB3	Data <i>bit</i> ke-3
11	DB4	Data <i>bit</i> ke-4
12	DB5	Data <i>bit</i> ke-5
13	DB6	Data <i>bit</i> ke-6
14	DB7	Data <i>bit</i> ke-7 (MSB)
15	BPL	<i>Back Plane Light</i>
16	GND	<i>Ground</i>

2.2.9. Solid State Relay (SSR)

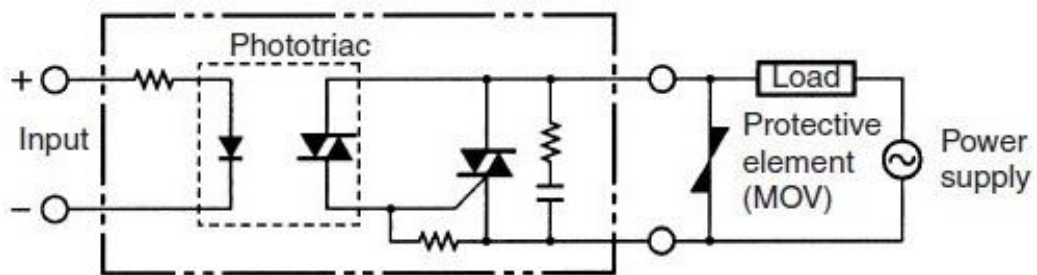
Solid state relay (SSR) adalah *relay* yang elektronik, yaitu *relay* yang tidak menggunakan kontaktor mekanik. *Solid state relay* menggunakan kontaktor berupa komponen aktif seperti TRIAC, sehingga *solid state relay* dapat dikendalikan dengan tegangan rendah dan dapat digunakan untuk mengendalikan tegangan AC dengan tegangan yang besar.



Gambar 2.10 Solid State Relay (SSR)

Solid state relay (SSR) merupakan sebuah *relay* yang dapat didefinisikan sebagai berikut ini:

- 1) Memiliki 4 buah terminal, 2 buah terminal masukan dan 2 buah terminal keluaran.
- 2) Tegangan masukan *relay* dapat berupa tegangan AC maupun tegangan DC.
- 3) Rangkaian masukan dan rangkaian keluaran dipisahkan secara fisik.
- 4) Keluaran menggunakan komponen SCR untuk tegangan DC dan komponen TRIAC untuk tegangan AC.
- 5) Keluaran SSR merupakan tegangan AC (50Hz hingga 60Hz).



Gambar 2.11 Skematik SSR Omron

Sumber: <http://ardu.net/ru/rele/388-tverdotelnoe-rele-omron-g3mb-202p-upravlenie-5v-kommutaciya-240v-2a-50gc-450vt-ssr-relay.html>

Gambar diatas adalah skematik dari SSR Omron. SSR mempunyai 4 pin, yaitu 2 pin input yang dihubungkan dengan sumber sinyal *trigger* dan 2 pin output yang dihubungkan ke rangkaian beban AC sebagai pemutus dan penghubung rangkaian listrik. Prinsip kerjanya adalah ketika rangkaian input diberikan arus maka led akan aktif dan cahaya dari led akan dideteksi oleh *phototriac*. Cahaya inilah yang memicu *phototriac* untuk menghubungkan dan memutuskan rangkaian yang berhubungan dengan beban. Jadi SSR ini memisahkan antara rangkaian pengendali dengan rangkaian beban secara fisik, jadi jika salah satu rangkaian terjadi masalah tidak akan mengganggu atau merusak rangkaian yang lainnya.

Solid state relay mempunyai kelebihan sebagai berikut:

- 1) Bagian *solid state relay* tidak yang bergerak seperti pada *relay* konvensional. *Relay* konvensional memiliki sebuah bagian yang bergerak yang disebut dengan kontaktor dan kontaktor tidak terdapat pada *solid state relay* ini.
- 2) Dikarenakan *solid state relay* tidak ada kontaktor magnetik yang bergerak maka pada *solid state relay* tidak terjadi peristiwa *bounce*, yaitu peristiwa terjadinya pantulan kontaktor magnetik pada saat terjadi perubahan keadaan dari *on* ke *off* dan sebaliknya. Dengan tidak adanya *bounce* ini maka pada *solid state relay* tidak akan terjadi percikan bunga api pada saat kontaktor berubah keadaan dari *on* ke *off* dan sebaliknya..
- 3) Peristiwa perpindahan kondisi *solid state relay* dari *off* ke *on* dan sebaliknya terjadi begitu cepat, yaitu hanya berkisar 10us. Sehingga *solid state relay* dioperasikan bersama-sama dengan mudah, aman dan cepat.
- 4) *Solid state relay* tidak terpengaruhi oleh adanya getaran dikarenakan tidak adanya bagian yang bergerak seperti kontaktor magnetik, sehingga proses pengkondisian bersifat independen tidak terganggu lingkungan.
- 5) *Solid state relay* tidak bersuara ketika terjadi perubahan kondisi dari *on* ke *off* dikarenakan proses perubahan kondisi tidak berdasarkan pada kontaktor magnetik.
- 6) Rangkaian kontrol *solid state relay* sangat sederhana dikarenakan tidak memerlukan adanya level konverter.
- 7) Terdapat *couple* kapasitansi antara input dan outputnya namun besarnya sangatlah kecil jadi kemungkinan terjadinya arus bocor antara input dan outputnya sangatlah kecil.

Disamping mempunya kelebihan diatas, *solid state relay* juga mempunyai kekurangan berikut:

1. Rangkaian yang dikendalikan oleh *solid state relay* tegangan keluarannya tidaklah murni gelombang sinus namun terdapat *spike* yang nilainya bervariasi.
2. Dikarenakan *solid state relay* dirangkai menggunakan bahan silikon maka akan terdapat *drop* tegangan antara tegangan input dan outputnya. Besarnya *drop* tegangan biasanya berkisar 1Volt sampai 2Volt.
3. Pada saat *solid state relay* dalam kondisi mati maka dalam kondisi yang ideal seharusnya tidak terdapat arus yang mengalir melewati *solid state relay* tersebut namun terjadi arus bocor.
4. Harga *solid state relay* jauh lebih mahal dari *relay* konvensional (elektro mekanik) dengan kemampuan sama dengan *relay* konvensional