

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, penulis melakukan telaah terhadap beberapa referensi yang ada, ada beberapa referensi yang memiliki keterkaitan dengan perancangan yang penulis lakukan. Terdapat referensi dari beberapa jurnal dan karya tulis lain mengenai ATS, tetapi dalam penyusunan dan perancangannya diaplikasikan menggunakan konsep yang berbeda, walaupun terdapat kemiripan dalam hal tujuan dan cara kerjanya. Berikut beberapa kutipan pokok dalam beberapa jurnal atau karya tulis lain.

Pada rancang bangun alat pendeteksi terputusnya aliran listrik pada jaringan tegangan menengah satu fasa tentang pemindahan suplai daya antara catu daya dan baterai yang dilakukan secara otomatis dengan menggunakan rangkaian *automatic transfer switch* agar sistem tetap dapat bekerja ketika aliran listrik PLN terputus dengan mendapat suplai daya dari baterai.^[3] Pada tugas akhir rancang bangun dan monitoring penyearah dan ATS pada sistem DC gardu induk membahas pemanfaatan ATS pada peralatan proteksi agar dapat terus bekerja ketika rectifier dari aliran listrik PLN terputus dengan digunakan back up sumber tegangan dari baterai 12VDC. Perpindahan sumber tegangan antara rectifier dan baterai dilakukan secara otomatis dengan menggunakan rangkaian ATS (*Automatic Transfer Switch*). Ketika sumber DC dari aliran listrik PLN akan mensuplai kembali maka akan dideteksi oleh sensor optocoupler yang nantinya ATS akan memindah sumber tegangan secara otomatis lagi.^[4]

Pada laporan kerja praktik tentang konfigurasi penggunaan sumber DC pada peralatan gardu induk membahas tentang fungsi sistem DC pada gardu induk sebagai pensuplai tegangan pada peralatan proteksi dan peralatan telekomunikasi, serta mengetahui dan memahami prinsip kerja sistem DC, bagian-bagian, dan juga konfigurasi pemasangannya di Gardu Induk wilayah Basecamp Semarang.^[5]

Pada tugas rancang bangun *automatic transfer switch* (ATS) Berbasis Arduino membahas tentang perancangan sebuah ATS menggunakan Arduino Nano sebagai kontroler, optocoupler sebagai detektor tegangan, relai untuk mengontrol kontaktor dan genset, kontaktor sebagai transfer switch antara beban dengan PLN/genset, serta LCD sebagai indikator. Berdasarkan referensi diatas akan digunakan untuk membangun rancang bangun dan monitoring baterai otomatis pada sistem DC. Supaya sistem dapat bekerja, maka dibutuhkan suatu perangkat yaitu Rectifier (Penyearah), *Automatic Transfer Switch* (ATS), Sensor Optocoupler, Sensor Tegangan, Arduino Mega 2560 dan LCD 16x2.^[6]

Pada tugas rancang bangun Sistem Pengisi Baterai Mobil Listrik membahas tentang penelitian pada *rectifier*, *buck converter*, mikrokontroler ATmega16, sensor arus, dan sensor tegangan. Rangkaian *rectifier* digunakan untuk menyearahkan tegangan AC 220 V/50 Hz yang sudah diturunkan dengan trafo regulator. Pada *rectifier* menggunakan dioda 6 A dan kapasitor sebesar 30.000 uF sebagai *filter*. Kemudian untuk rangkaian *buck converter* menggunakan frekuensi 31 KHz, induktor 0.8 mH, dan kapasitor 80.6 uF dengan tegangan *input* 80 V.^[7]

Perbedaan Tugas Akhir penulis dengan referensi tersebut yaitu pada tugas akhir ini penulis membuat alat rancang bangun Sistem DC Pola Ganda Gardu Induk yang dilengkapi ATS sebagai proteksi ketika terjadi gangguan pada salah satu rectifier dengan menghubungkan paralel 2 rel DC sehingga beban pada salah satu rectifier yang mengalami gangguan mendapat suplai dari rectifier kedua. Dengan begitu suplai DC peralatan dapat tetap terjaga secara kontinu tanpa mengalami padam sepersekian detik pun, dikarenakan seluruh rangkaian beban terhubung paralel oleh baterai yang berfungsi untuk *backup* suplai tenaga listrik sistem DC saat ATS bekerja menghubungkan sistem rel DC 1 dengan sistem DC rel 2.

Penyearah gelombang (*rectifier*) adalah bagian dari catu daya yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*). Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah dioda yang dikonfigurasikan secara *forward bias*. Dalam sebuah catu daya tegangan rendah, sebelum tegangan AC tersebut di ubah menjadi tegangan DC maka tegangan AC tersebut perlu di turunkan menggunakan transformator *stepdown*. Ada 3 bagian utama dalam penyearah gelombang pada suatu catu daya yaitu, penurun tegangan (*transformer*), penyearah gelombang / *rectifier* (dioda) dan *filter* (kapasitor).

ATS digunakan untuk proses pemindahan suplai tegangan dari sistem DC rangkaian 1 dengan sistem DC rangkaian 2 secara paralel sesuai perintah pemrograman.

Sensor Tegangan disini menggunakan pembagi tegangan untuk mengetahui seberapa besar tegangan yang mengalir. Rangkaian pembagi tegangan biasanya digunakan untuk membuat suatu tegangan referensi dari sumber tegangan yang lebih besar, titik tegangan referensi pada sensor, untuk memberikan bias pada rangkaian penguat atau untuk memberi bias pada komponen aktif. Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan 2 buah resistor. Selain untuk mengetahui besar tegangan sensor tegangan digunakan untuk mengetahui ada tidaknya tegangan pada rangkaian sistem. Dimana sensor tegangan akan mengirimkan sinyal kepada arduino untuk memberikan perintah pada rangkaian sistem.

Arduino Mega 2560 digunakan untuk mengolah data *input* yang akan ditampilkan melalui monitor atau *output* yang lain. Arduino Mega 2560 memiliki *input* analog yang dapat diubah ke dalam bentuk digital yang dinamakan pin analog. Bahasa pemrograman yang digunakan arduino Mega 2560 adalah bahasa C. Untuk *software* pemrograman menggunakan Arduino *software* (IDE).

Untuk tampilan *monitoring* kita menggunakan LCD 20x4. Kelebihan dari LCD ini sistem pengaturan yang mudah, simpel dan harga murah terjangkau. *Monitoring* yang ditampilkan berupa besaran nilai tegangan pada *rectifier* dan status penyuplai tegangan.

Dengan demikian, dari beberapa literatur yang dibutuhkan untuk membangun sistem *monitoring* yang telah dijelaskan diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan perancangan tentang Rancang Bangun dan *Monitoring* ATS

(*Auto Transfer Switch*) Sistem DC Pola Ganda dengan Dua Rel DC pada Gardu Induk Berbasis Arduino Mega 2560.

2.2 Dasar Teori

2.2.1. Sistem Sumber DC Gardu Induk

Pada Gardu Induk Sumber DC merupakan alat bantu utama yang sangat diperlukan sebagai suplai arus searah (*direct current*) yang dipasok oleh *rectifier* atau *charger* tiga fasa maupun satu fasa yang dihubungkan dengan satu atau dua set baterai yang digunakan untuk peralatan-peralatan kontrol, peralatan proteksi, dan peralatan lainnya yang menggunakan sumber arus DC, baik untuk Gardu Induk dalam keadaan normal maupun dalam keadaan darurat (*emergency*).

Terdapat 3 (tiga) jenis instalasi atau suplai DC yang digunakan pada gardu induk meliputi:

a. Instalasi Sistem DC 250 Volt (jarang digunakan)

Instalasi sistem DC 250 Volt digunakan untuk menyalurkan suplai DC 250 Volt yang dipasok dari *rectifier* atau *charger* tiga fasa serta dihubungkan dengan baterai untuk mengoperasikan peralatan pada instalasi gardu induk seperti:

- Motor - motor (PMT dan PMS)

- Relay proteksi

- Instrumen – instrumen

- Tripping dan Closing coil

b. Instalasi Sistem DC 110 Volt

Instalasi sistem DC 110 Volt digunakan untuk menyalurkan suplai DC 110 Volt yang dipasok dari *rectifier* atau *charger* serta dihubungkan dengan baterai untuk mengoperasikan peralatan pada instalasi gardu induk seperti:

- Motor - motor (PMT dan PMS)
- Relay proteksi dan meter - meter digital
- Sinyal, alarm dan indikasi
- *Tripping* dan *Closing coil*

c. Instalasi Sistem DC 48 Vol

Instalasi sistem DC 48 Volt ini digunakan untuk menyalurkan suplai DC 48 Volt yang dipasok dari *rectifier* atau *charger* serta dihubungkan dengan baterai untuk mengoperasikan peralatan pada instalasi gardu induk seperti:

- Scada / RTU
- Teleproteksi Unit
- Komunikasi (PLC) Unit – *Continuous Load*
- Alarm, sinyal dan indikasi

2.2.1.1. Pola Instalasi Sistem DC

Instalasi sistem DC terdiri dua pola, antara lain:

a. **Pola 1**

Pola 1 terdiri dari transformator PS, 2 *charger*, 2 baterai dan 1 bus DC. Pengaman utama dan pengaman cadangan menggunakan MCB yang berbeda. Sistem operasi sebagai berikut:

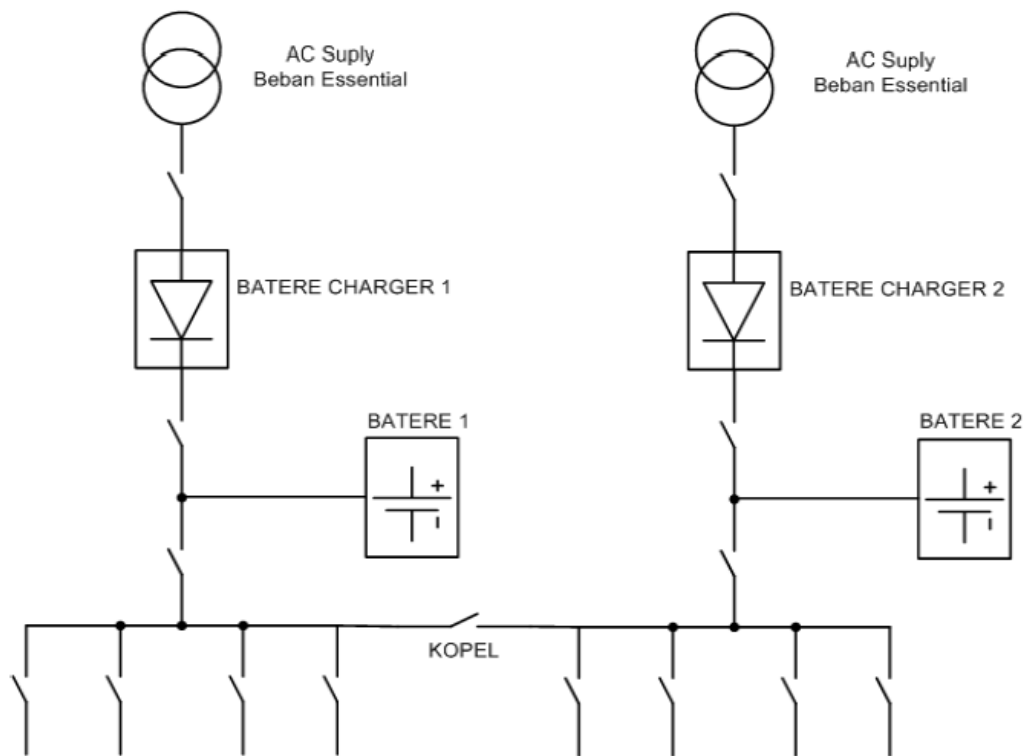
- Baterai 1 dan *charger* 1 (sistem 1) operasi memikul beban sedangkan baterai 2 dan *charger* 2 (sistem 2) operasi tanpa beban
- Sistem 1 dan sistem 2 operasi secara bergantian, pola ini digunakan pada Gardu Induk 150 kV dan Gardu Induk 70 kV

b. **Pola 2**

Pola 2 terdiri dari: transformator PS, 2 *charger*, 2 baterai dan 2 bus DC pengaman utama dan pengaman cadangan menggunakan MCB yang berbeda. Pola 2 didesain untuk gardu induk 500 kV dimana dengan dengan filosofi redundant proteksi sehingga sistem operasi sebagai berikut:

- Baterai 1 dan *charger* 1 operasi memikul beban sistem 1 (proteksi utama 1 dan sistem tripping 1) dan baterai 2 dan *charger* 2 operasi memikul beban sistem 2 (proteksi utama 2 dan sistem tripping 2).
- Posisi normal sistem 1 dan sistem 2 operasi secara terpisah, MCB kopel posisi keluar.

Pada saat pemeliharaan sistem 1, MCB sistem 1 dilepas maka MCB kopel akan masuk. Demikian sebaliknya jika yang dipelihara sistem 2.



Gambar 2.1 Instalasi Sistem DC Pola 2^[1]

2.2.1.2. KOMPONEN SUMBER DC

Komponen-Komponen Utama Peralatan Sistem DC

meliputi :

a. Rectifier/Charger.

Charger atau bisa juga disebut dengan *rectifier* (penyearah) adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). *Charger* juga digunakan untuk memberikan (*charger current*) pada baterai. *Charger* sebagai pengisi baterai selalu di hubungkan ke baterai agar kapasitasnya tetap terjaga penuh sehingga keandalan sumber DC pada Gardu Induk terjamin. Umumnya *Rectifier* yang terpasang di Gardu berfungsi untuk

mengisi muatan *baterai*, memasok daya secara kontinu ke beban dan menjaga *baterai* agar tetap dalam kondisi penuh.



Gambar 2.2 Rectifier

b. Baterai

Suatu alat penyimpan energi listrik arus searah, yang berfungsi sebagai sumber cadangan ke beban.

c. Konduktor

Berfungsi sebagai penghantar energi listrik arus searah dari sumber ke beban.

d. Terminal-terminal

Berfungsi sebagai tempat percabangan dimana energi listrik akan dikirim atau dibagi ke beban-beban.

2.2.1.3. Mode Operasi Rectifier / Charger

Pengisian baterai biasanya menggunakan *charger*. Pada pengisian *charger* ini digunakan beberapa mode untuk pengoperasiannya, yaitu :

1. *Boosting charge*

Boosting charge adalah pengisian baterai dengan cara yang cepat untuk mengembalikan pada kapasitas maksimumnya untuk operasi pelayanan berikutnya setelah baterai mengalami *discharge*, sehingga kehabisan sebagian besar kapasitasnya saat emergensi. Saat *boost charge* tegangan dan arus pengisian diseting lebih tinggi dari pada saat *floating charge*.

2. *Floating charge*

Floating charge adalah pengisian baterai untuk menjaga baterai dalam keadaan *full charge*, dan baterai tidak mengeluarkan arus maupun menerima arus listrik, saat mencapai tegangan *floating* yang besarnya disesuaikan dengan rekomendasi dari pabrik pembuatnya, sedangkan baterai tetap tersambung ke beban.

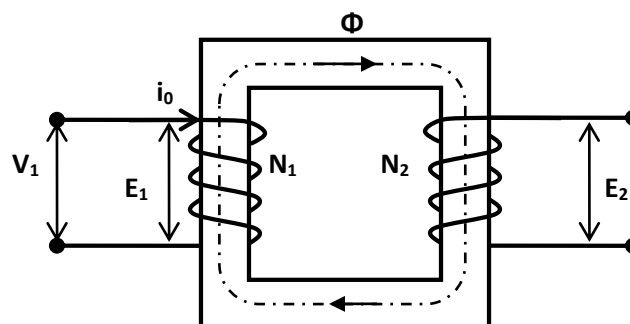
2.2.2 Transformator

Transformator atau sering disingkat dengan istilah trafo adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Transformator atau Trafo ini bekerja berdasarkan prinsip Induksi Elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak balik (AC).

Pada trafo, terdapat dua hukum utama yang bekerja, yaitu: hukum induksi Faraday dan hukum Lorentz. Hukum Faraday menyatakan bahwa gaya listrik yang melalui garis lengkung tertutup berbanding lurus dengan perubahan arus induksi persatuan waktu pada garis lengkung tersebut, sehingga apabila ada

suatu arus yang melalui sebuah kumparan maka akan timbul medan magnet pada kumparan tersebut. Sedangkan hukum Lorentz menjelaskan bahwa arus bolak-balik (AC) yang beredar mengelilingi inti besi mengakibatkan inti besi tersebut berubah menjadi magnet, apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu lilitan maka lilitan tersebut akan memiliki perbedaan tegangan pada kedua ujung lilitannya.^[8]

Jika kumparan primer transformator dihubungkan ke sumber daya listrik bolak-balik, transformator akan mengalirkan arus pada kumparan primer dan menghasilkan fluks magnet yang berubah-ubah sesuai frekuensi yang masuk ke transformator. Fluks magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi ke kumparan sekunder seperti pada gambar 2.3. Sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul GGL induksi. Efek induksi ini dinamakan induktansi timbal-balik (*mutual inductance*). Skema transformtor ditunjukkan pada gambar 2.3.



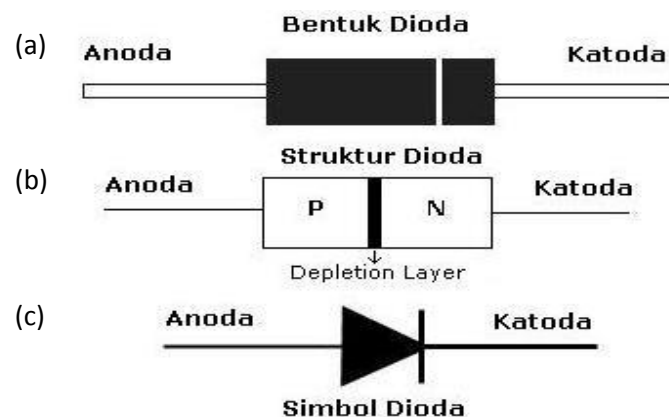
Gambar 2.3 Skema Transformator^[22]

Berdasarkan prinsip kerja trafo yang telah dibahas pada poin sebelumnya, dapat diketahui bahwa trafo dapat bekerja atau tegangan induksi dapat terbangkitkan pada kumparan sisi sekunder apabila terdapat perubahan fluks

terhadap waktu yang mengalir pada inti trafo. Fluks bolak-balik yang berubah terhadap waktu ini dapat dihasilkan melalui suplai tegangan bolak-balik. Secara prinsip kerja dan dengan asumsi bahwa suplai tegangan DC yang diberikan merupakan tegangan DC murni dan konstan maka trafo tidak dapat bekerja, hanya menimbulkan tegangan induksi sesaat ketika kumparan baru disambungkan dengan suplai tegangan.^[8]

2.2.3 Dioda

Dioda merupakan komponen elektronika yang berbahan semikonduktor. Dioda berguna untuk mengalirkan arus satu arah. Struktur dioda merupakan sambungan semikonduktor P dan N. Salah satu isinya adalah semikonduktor tipe-p, sedangkan sisi yang lain adalah tipe-n. Dengan struktur seperti itu, arus hanya akan mengalir dari sisi P menuju sisi N^[11]. Bentuk, struktur, dan simbol dioda ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 (a) Bentuk Dioda, (b) Struktur Dioda, (c) Simbol Dioda^[10]

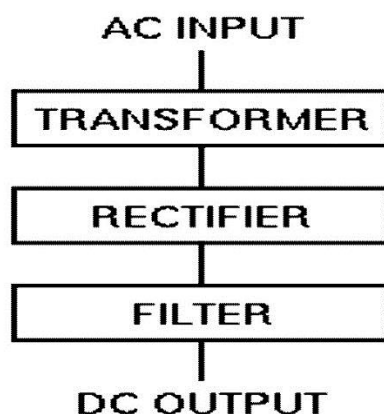
Pada daerah sambungan, dua jenis semi konduktor yang berlawanan ini akan muncul daerah deplesi yang akan membentuk gaya barrier. Gaya barrier dapat ditembus dengan tegangan + sebesar 0.7 volt yang dinamakan

sebagai break down voltage, yaitu tegangan minimum dimana dioda akan bersifat sebagai konduktor atau penghantar arus listrik. Dioda bersifat menghantarkan arus listrik hanya pada satu arah saja, yaitu jika kutub anoda kita hubungkan pada tegangan (+) dan kutub katoda kita hubungkan dengan tegangan (-) maka akan mengalir arus listrik dari anoda ke katoda. Jika polaritasnya kita balik (bias mundur) maka arus yang mengalir hampir nol atau dioda akan bersifat sebagai isolator^[11].

Dioda bagi rangkaian catu daya adalah komponen yang penting karena berfungsi untuk menyearahkan tegangan yang keluar dari transformator.

2.2.4 Penyearah (*Rectifier*)^[9]

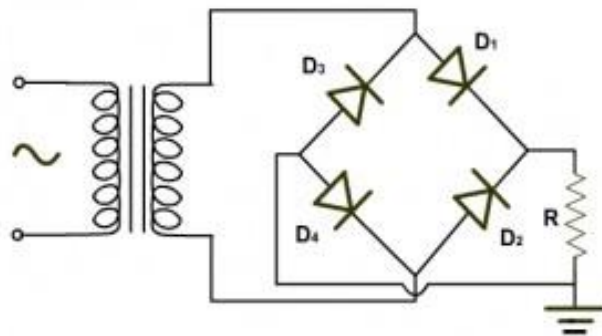
Prinsip penyearah (*rectifier*) yang paling sederhana ditunjukkan pada gambar-1 berikut ini. Transformator diperlukan untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan sekundernya.^[9] Blok diagram penyearah ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Blok Diagram Penyearah ^[9]

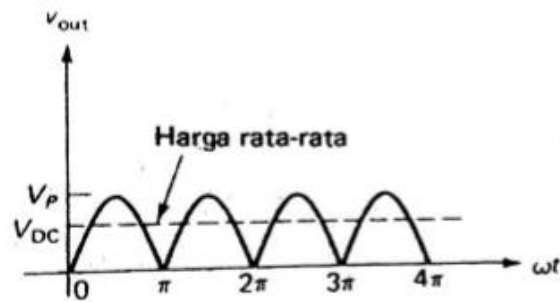
Pada dasarnya konsep penyearah gelombang dibagi dalam 2 jenis yaitu, Penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh.^[9]

Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan 2 macam yaitu, menggunakan 4 dioda dan 2 dioda. Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda menggunakan transformator *non-CT* seperti terlihat pada gambar 2.6.^[9]



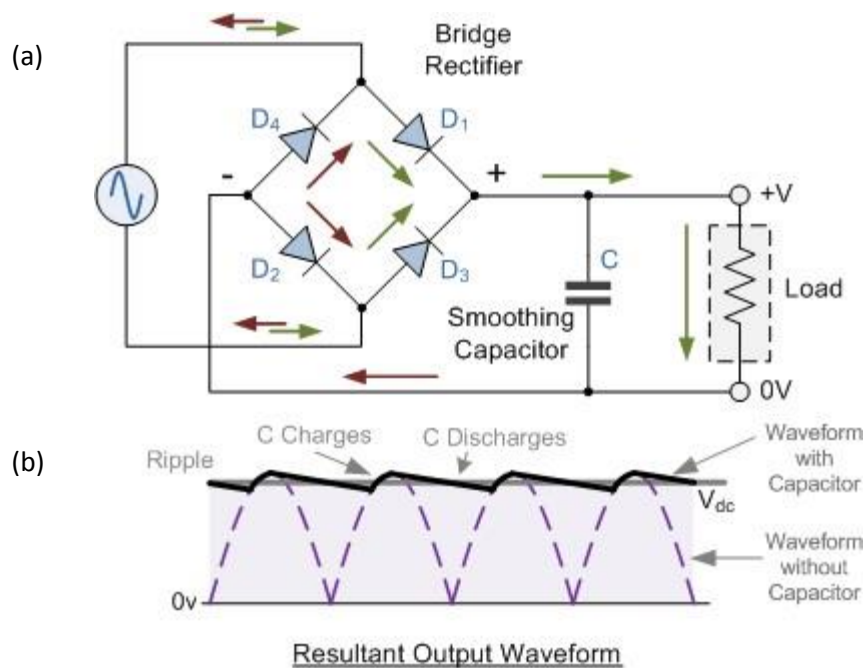
Gambar 2.6 Rangkaian Penyearah^[9]

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda diatas dimulai pada saat *output* transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi *forward bias* dan D2, D3 pada posisi *reverse bias* sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat *output* transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D3 pada posisi *forward bias* dan D1, D4 pada posisi *reverse bias* sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D3. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik *output* pada gambar 2.7.^[9]



Gambar 2.7 Sinyal Gelombang Penuh^[9]

Agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang *filter* kapasitor pada bagian *output* rangkaian penyearah seperti terlihat pada gambar 2.8.^[9]



Gambar 2.8 (a) Alur Arus pada Rangkaian *Rectifier*, (b) Gambar Gelombang Hasil Keluaran Kapasitor^[9]

Fungsi kapasitor pada rangkaian diatas untuk menekan *riple* yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC.

2.2.5 Relay 5 Pin

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). *Relay* menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *Relay* yang menggunakan Elektromagnet 12V DC mampu menggerakkan *Armature Relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V. Bentuk fisik *relay* 5 pin ditunjukkan pada gambar 2.9.



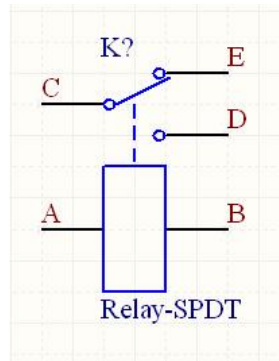
Gambar 2.9 Relay 5 Pin^[12]

Arti *Pole* dan *Throw* pada *Relay*

Karena *Relay* merupakan salah satu jenis dari Saklar, maka istilah *Pole* dan *Throw* yang dipakai dalam Saklar juga berlaku pada *Relay*. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai Istilah *Pole* and *Throw* :

- a. *Pole* : Banyaknya Kontak (*Contact*) yang dimiliki oleh sebuah *relay*.
- b. *Throw* : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak (*Contact*).

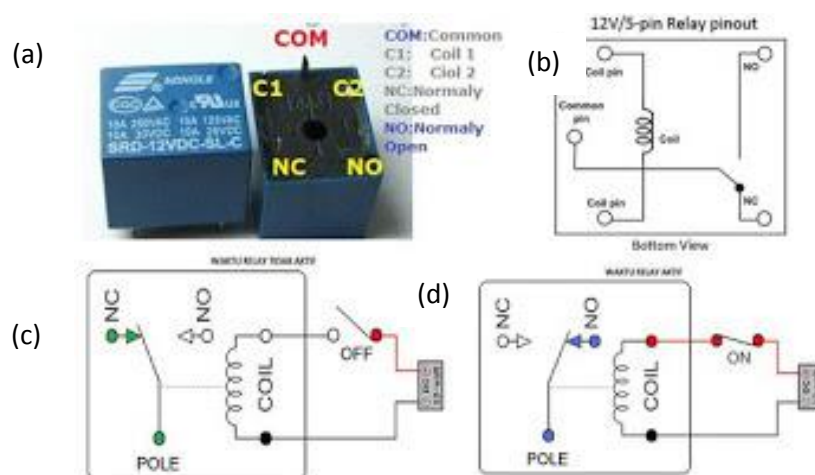
Relay yang dipakai pada alat ini adalah *relay* SPDT (*Single Pole Double Throw*). Berikut adalah gambar *relay* SPDT dijelaskan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Relay SPDT^[13]

Ketika AB terdapat kumparan sebagai *driver*. ketika AB belum dilewati arus, maka terminal CE akan tersambung, dan ketika AB dilewati arus maka plat C akan berpindah sehingga terminal CD akan tersambung.

Untuk konfigurasi pin *relay* yang dipakai pada alat ini dijelaskan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 (a) Bentuk Fisik *Relay*, (b) Gambar Rangkaian *Relay*, (c) Ilustrasi ketika *Coil Relay* Tanpa Tegangan, (d) Ilustrasi ketika *Coil Relay* diberi Tegangan

Prinsip kerja dari *relay* ini yaitu: pada C1 dan C2 terdapat kumparan sebagai *driver*. ketika C1 dan C2 belum dilewati arus, maka terminal Com dan NO akan tersambung, dan ketika C1 dan C2 dilewati arus maka plat Com akan berpindah sehingga terminal COM dan NO akan tersambung.

2.2.6 Driver Relay IC ULN 2003

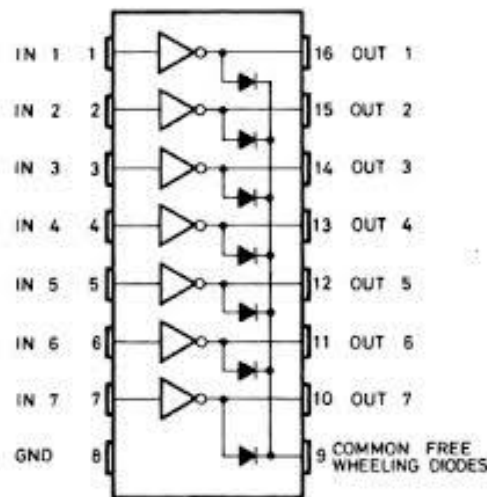
Rangkaian *driver relay* berfungsi untuk menggerakkan *relay*, daya yang berasal dari mikrokontroler kurang mencukupi sehingga perlu penguat yang berupa *driver relay*.

IC ULN2003 adalah sebuah IC berupa rangkaian transistor Darlington dengan tegangan tinggi. Hal ini memungkinkan untuk membuat sinyal TTL dengan beban tegangan tinggi. Chip mengambil sinyal tingkat rendah (TLL, CMOS, PMOS, NMOS – yang beroperasi pada tegangan rendah dan arus rendah) dan bertindak sebagai relay, menyalakan atau mematikan tingkat sinyal yang lebih tinggi di sisi yang berlawanan.

Sebuah sinyal TTL beroperasi dalam selang 0 - 5V, dengan segala sesuatu antara 0,0 dan 0,8V dianggap “rendah” (OFF), dan 2,2-5V dianggap “tinggi” (ON). Di sisi output ULN2003 umumnya berada pada selang nilai 50V/500mA.

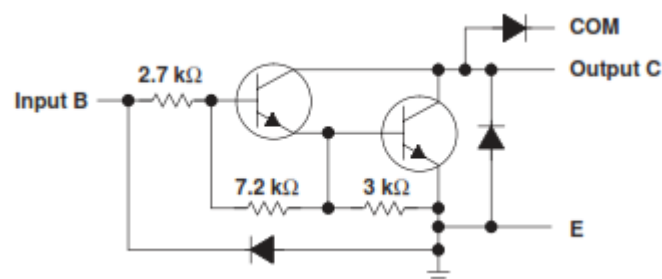
Secara fisik ULN2003 adalah konfigurasi IC 16-pin dan berisi delapan transistor NPN. Pins 1-7 menerima sinyal tingkat rendah, pin 8 sebagai grounding (untuk referensi tingkat sinyal rendah). Pin 9 adalah COM pada sisi yang lebih tinggi dan umumnya akan dihubungkan ke tegangan positif. Pins 10-16 adalah output (Pin 1 untuk Pin 16, Pin 2 untuk 15, dst).

ULN2003 datang dalam konfigurasi IC 16-pin dan mencakup 7 transistor. Pins 1-7 menerima sinyal tingkat rendah, pin 8 didasarkan (untuk referensi tingkat sinyal rendah). Pin 9 adalah umum pada sisi yang tinggi dan umumnya akan dihubungkan ke positif dari tegangan yang diambil ke kumparan relay. Pins 10-16 adalah output (pin 1 drive pin 16, pin 2 drive pin 15, dll). Logic diagram ULN 2003 ditunjukkan pada gambar 2.12.



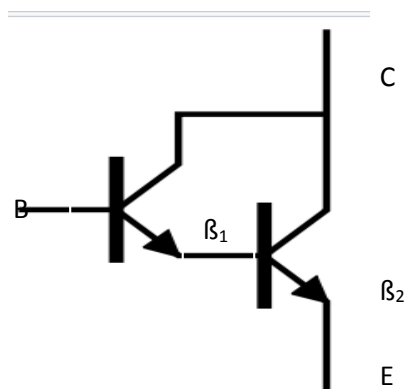
Gambar 2.12 Logic Diagram ULN2003^[15]

Skematik Transistor Darlington ULN 2003 ditunjukkan pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Skematik Transistor Darlington ULN 2003^[15]

Prinsip kerja transistor Darlington sebagai saklar sama seperti transistor tunggal yang berfungsi sebagai saklar yaitu ketika transistor dalam kondisi saturasi dimana terdapat arus yang mengalir ke pin basis transistor sehingga memicu transistor dapat menghantarkan arus kolektor. Penggunaan transistor Darlington bertujuan untuk meningkatkan penguatan arus basis sehingga dapat menghantarkan arus yang lebih besar. Transistor Darlington ditunjukkan pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Transistor Darlington^[15]

2.2.7 ATS (*Automatic Transfer Switch*)

ATS adalah singkatan dari kata *Automatic Transfer Switch*, alat ini berfungsi untuk memindahkan koneksi antara sumber tegangan listrik satu dengan sumber tegangan yang lainnya secara otomatis. ATS (*Automatic Transfer Switch*) sering disamakan dengan COS (*Change Over Switch*) hanya saja pebedaannya adalah ATS dioperasikan secara otomatis sedangkan COS dioperasikan secara manual.

Dari penjelasan singkat diatas dapat diketahui fungsi alat ini, yaitu sebuah alat yang berfungsi untuk menghubungkan daya listrik yang bersumber dari *rectifier* atau baterai terhadap beban.

Ketika *rectifier* berfungsi secara normal, *Auto Transfer Switch* bertugas untuk menyalurkan sumber daya listrik yang berasal dari *rectifier* ke baban.

Apabila terjadi gangguan hilangnya sumber daya listrik yang disuplai oleh *rectifier*, berikutnya *Auto Transfer Switch* bertugas untuk memindahkan sambungan dari sebelumnya yang tersambung dengan *rectifier* dipindahkan secara otomatis ke sisi baterai sehingga listrik tetap terjaga untuk menyuplai beban.

Dan apabila kemudian *rectifier* berfungsi secara normal kembali, selanjutnya *Auto Transfer Switch* bertugas untuk mengembalikan jalurnya dengan memindahkan *switch* kembali ke sisi utama dan untuk menyuplai beban.

2.2.8 Sensor Arus ACS712

ACS712 merupakan suatu IC terpaket yang berfungsi sebagai sensor arus menggantikan transformator arus yang relatif besar dalam hal ukuran. ACS712 merupakan sensor yang ekonomis dan presisi baik untuk pengukuran AC ataupun DC dan sensor ini memiliki tipe variasi sesuai arus maksimalnya yakni 5A, 20A, dan 30A dengan V_{cc} 5V. Gambar 2.23 dibawah menunjukkan karakteristik dari sensor arus ACS712.

Gambar 2.15 dibawah menunjukkan karakteristik dari sensor arus ACS712.

COMMON OPERATING CHARACTERISTICS¹ over full range of T_A , $C_F = 1$ nF, and $V_{CC} = 5$ V, unless otherwise specified

| Characteristic | Symbol | Test Conditions | Min. | Typ. | Max. | Units |
|---|---------------|--|------|----------------------|------|---------------|
| ELECTRICAL CHARACTERISTICS | | | | | | |
| Supply Voltage | V_{CC} | | 4.5 | 5.0 | 5.5 | V |
| Supply Current | I_{CC} | $V_{CC} = 5.0$ V, output open | – | 10 | 13 | mA |
| Output Capacitance Load | C_{LOAD} | V _{IOUT} to GND | – | – | 10 | nF |
| Output Resistive Load | R_{LOAD} | V _{IOUT} to GND | 4.7 | – | – | k Ω |
| Primary Conductor Resistance | $R_{PRIMARY}$ | $T_A = 25^\circ\text{C}$ | – | 1.2 | – | m Ω |
| Rise Time | t_r | $I_P = I_P(\text{max})$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{OUT} = \text{open}$ | – | 3.5 | – | μs |
| Frequency Bandwidth | f | –3 dB, $T_A = 25^\circ\text{C}$; I_P is 10 A peak-to-peak | – | 80 | – | kHz |
| Nonlinearity | E_{LIN} | Over full range of I_P | – | 1.5 | – | % |
| Symmetry | E_{SYM} | Over full range of I_P | 98 | 100 | 102 | % |
| Zero Current Output Voltage | $V_{IOUT(0)}$ | Bidirectional; $I_P = 0$ A, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | – | $\frac{V_{CC}}{0.5}$ | – | V |
| Power-On Time | t_{PO} | Output reaches 90% of steady-state level, $T_J = 25^\circ\text{C}$, 20 A present on leadframe | – | 35 | – | μs |
| Magnetic Coupling ² | | | – | 12 | – | G/A |
| Internal Filter Resistance ³ | $R_{F(INT)}$ | | – | 1.7 | – | k Ω |

¹Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient, T_A , and internal leadframe temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_J(\text{max})$, is not exceeded.
²1G = 0.1 mT.
³ $R_{F(INT)}$ forms an RC circuit via the FILTER pin.

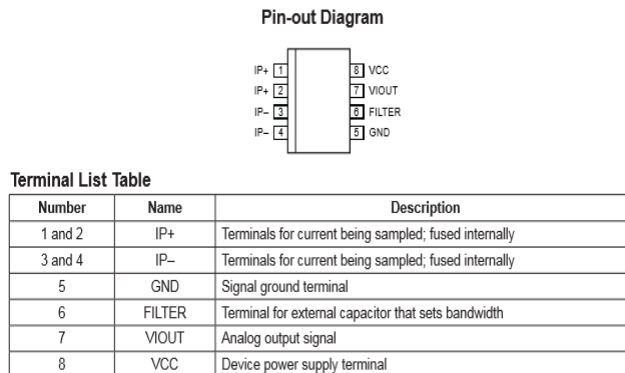
x05B PERFORMANCE CHARACTERISTICS¹ $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $C_F = 1$ nF, and $V_{CC} = 5$ V, unless otherwise specified

| Characteristic | Symbol | Test Conditions | Min. | Typ. | Max. | Units |
|---------------------------------|---------------------|--|------|-----------|------|------------------------|
| Optimized Accuracy Range | I_P | | –5 | – | 5 | A |
| Sensitivity | Sens | Over full range of I_P , $T_A = 25^\circ\text{C}$ | 180 | 185 | 190 | mV/A |
| Noise | $V_{NOISE(PP)}$ | Peak-to-peak; $T_A = 25^\circ\text{C}$, 185 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47$ nF, $C_{OUT} = \text{open}$, 2 kHz bandwidth | – | 21 | – | mV |
| Zero Current Output Slope | $\Delta V_{OUT(0)}$ | $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 25°C | – | –0.26 | – | mV/ $^\circ\text{C}$ |
| | | $T_A = 25^\circ\text{C}$ to 150°C | – | –0.08 | – | mV/ $^\circ\text{C}$ |
| Sensitivity Slope | ΔSens | $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 25°C | – | 0.054 | – | mV/A/ $^\circ\text{C}$ |
| | | $T_A = 25^\circ\text{C}$ to 150°C | – | –0.008 | – | mV/A/ $^\circ\text{C}$ |
| Total Output Error ² | E_{TOT} | $I_P = \pm 5$ A, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | – | ± 1.5 | – | % |

¹Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_J(\text{max})$, is not exceeded.
²Percentage of I_P , with $I_P = 5$ A. Output filtered.

Gambar 2.15 Karakteristik Sensor Arus ACS712^[16]

Sedangkan pada gambar 2.16 di bawah menunjukkan diagram *pinout* dari sensor arus ACS712.



Gambar 2.16 Pin-out Diagram ACS712^[16]

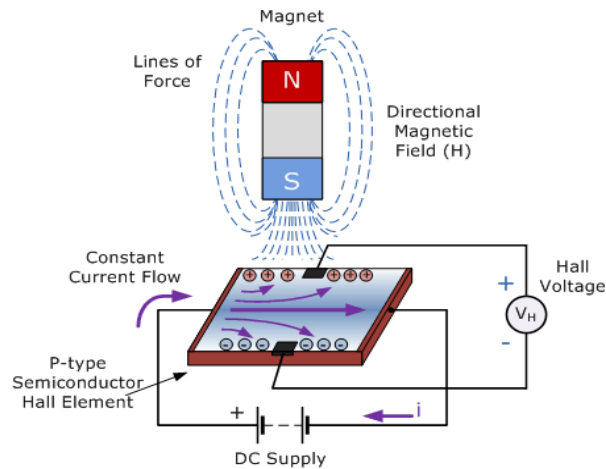
Sensor ACS712 yang menggunakan prinsip efek *Hall* akan mendeteksi arus yang mengalir melalui pin IP+ dan IP- dan memberikan output berupa tegangan. Keuntungan dari penggunaan sensor efek *Hall* adalah sirkuit yang dialiri arus (pin 1,2,3, dan 4) dengan sirkuit yang membaca besaran arus (pin 5 sampai 8) terisolasi secara elektrik. Ini berarti bahwa meskipun Arduino beroperasi pada tegangan 5V, namun pada sirkuit yang dialiri arus bisa diberi level tegangan DC maupun AC yang lebih besar dari tegangan tersebut.

Pada ACS712, pendeteksian arus dimulai dengan fenomena yang dinamakan Hukum *Faraday* tentang induksi. Hukum ini menjelaskan bagaimana arus listrik yang mengalir melalui konduktor akan menimbulkan medan elektromagnetik, dan bagaimana perubahan pada medan magnetik dapat membuat atau menginduksi arus ke konduktor.

Tahap selanjutnya adalah efek *Hall*. Efek *Hall* adalah peristiwa membeloknya arus listrik di dalam pelat konduktor karena adanya pengaruh medan magnet. (Jurnal *Efek Hall* Novi Tri Nugrahaeni, TT: 2)

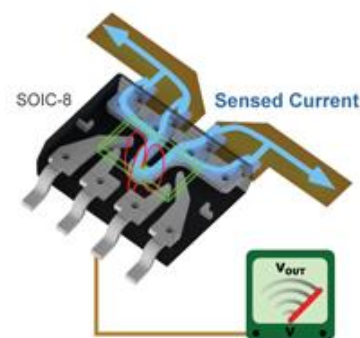
Ketika arus listrik (I) mengalir pada sebuah bahan logam dan logam tersebut memiliki medan magnet (B) yang tegak lurus dengan arus, maka pembawa muatan (*charge carrier*) yang bergerak pada logam akan mengalami pembelokan oleh medan magnet tersebut. Akibat dari proses itu akan terjadi penumpukan muatan pada sisi-sisi logam setelah beberapa saat. Penumpukan atau pengumpulan muatan dapat menyebabkan sisi logam menjadi lebih elektropositif ataupun elektronegatif tergantung pada pembawa muatannya. Perbedaan muatan

di kedua sisi logam ini menimbulkan perbedaan potensial yang disebut sebagai Potensial *Hall*. Prinsip kerja Efek Hall ditunjukkan pada gambar 2.17.



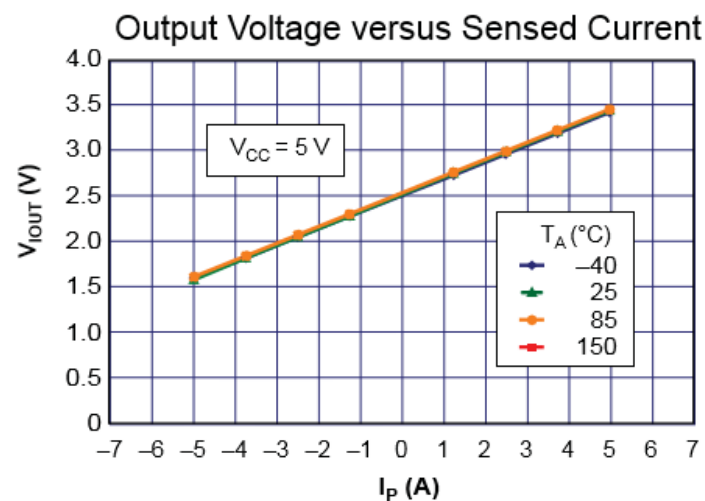
Gambar 2.17 Prinsip Kerja Efek *Hall*^[17]

Pada *ACS712* pin yang dialiri arus akan terhubung ke keping tembaga yang terhubung secara internal, sehingga arus akan banyak mengalir pada bagian ini. *ACS712* memiliki sensor efek *Hall* yang diletakkan di sebelah keping tembaga, sehingga jika arus mengalir melalui keping tembaga dan menghasilkan medan magnet, medan magnet ini akan dideteksi oleh sensor efek *Hall* yang *outputnya* berupa tegangan dengan nilai sesuai dengan arus *input*. Prinsip kerja ACS ditunjukkan pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Prinsip Kerja Sensor Arus *ACS 712*^[17]

Karakteristik dari sensor ini adalah ketika tidak ada arus yang mengalir pada rangkaian maka keluaran sensor adalah setengah dari V_{CC} yaitu 2,5 V. Dan ketika arus mengalir dari pin IP+ ke IP-, maka keluaran akan $>2,5$ V, sedangkan ketika arus mengalir dari IP- ke IP+ maka keluaran akan $<2,5$ V. Gambar 2.27 Menunjukkan hubungan antara tegangan *output* dengan arus yang dideteksi sensor. Karakteristik sensor ACS712 ditunjukkan pada gambar 2.19.



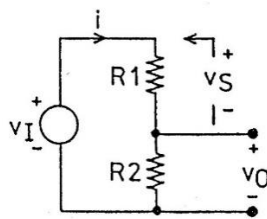
Gambar 2.19 Hubungan Tegangan *Output* dengan Arus^[16]

Karakteristik lain dari sensor arus ACS712 yaitu :

- Jalur sinyal analog yang rendah *noise*.
- *Bandwidth* 50 kHz.
- *Rise-time* 50 μ s.
- Total *error* pada *output* sebesar 1,5% pada $T_A=25^\circ\text{C}$.
- Sensitivitas *output* adalah 185 mV/A.
- Tegangan *input* 5V.
- Tegangan *output* proporsional untuk arus DC maupun AC.
- Resistansi *internal* konduktor adalah 1,2 m Ω .

2.2.9 Sensor Tegangan (Pembagi Tegangan)

Rangkaian pembagi tegangan biasanya digunakan untuk membuat suatu tegangan referensi dari sumber tegangan yang lebih besar, titik tegangan referensi pada sensor, untuk memberikan bias pada rangkaian penguat atau untuk memberi bias pada komponen aktif. Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan 2 buah resistor, contoh rangkaian dasar pembagi tegangan dengan *output* V_O dari tegangan sumber V_I menggunakan resistor pembagi tegangan R_1 dan R_2 seperti pada gambar 2.20.^[18]

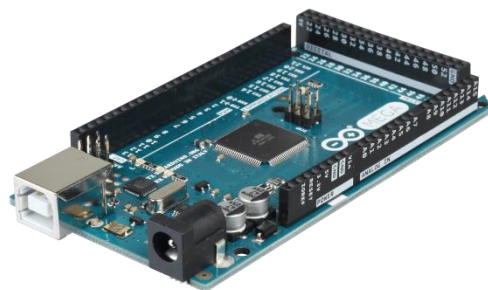


Gambar 2.20 Rangkaian Pembagi Tegangan.^[18]

Sehingga besarnya V_O dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$V_0 = V_1 \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \dots \dots \dots (2.1) \text{ [18]}$$

2.2.10 Arduino Mega 2560^[19]



Gambar 2.21 Arduino Mega 2560^[19]

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan

penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR terlihat pada gambar 2.29 dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain:

a. Murah

Papan (perangkat keras) Arduino biasanya dijual relatif murah (antara 125 ribu hingga 400 ribuan rupiah saja) dibandingkan dengan platform mikrokontroler pro lainnya. Jika ingin lebih murah lagi, tentu bisa dibuat sendiri dan itu sangat mungkin sekali karena semua sumber daya untuk membuat sendiri Arduino tersedia lengkap di *website* Arduino bahkan di *website-website* komunitas Arduino lainnya. Tidak hanya cocok untuk Windows, namun juga cocok bekerja di Linux.

b. Sederhana dan Mudah Pemrogramannya

Perlu diketahui bahwa lingkungan pemrograman di Arduino mudah digunakan untuk pemula, dan cukup fleksibel bagi mereka yang sudah tingkat lanjut.

c. Perangkat Lunaknya *Open Source*

Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai *Open Source*, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut.

Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.

d. Perangkat Kerasnya *Open Source*

Perangkat keras Arduino berbasis mikrokontroler ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328 dan ATMEGA1280 (yang terbaru ATMEGA2560). Dengan demikian siapa saja bisa membuatnya (dan kemudian bisa menjualnya) perangkat keras Arduino ini, apalagi bootloader tersedia langsung dari perangkat lunak Arduino IDE-nya. Bisa juga menggunakan *breadboard* untuk membuat perangkat Arduino beserta periferal-periferal lain yang dibutuhkan.

e. Papan *Board* Arduino Menyediakan Berbagai Macam Fasilitas

Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* arduino. *Input/output* digital dan *input* analog, dimana *input* digital adalah pin pin untuk menghubungkan arduino dengan komponen atau rangkaian digital sedangkan *input* analog pin pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian analog. Soket tambahan untuk catu daya dan baterai juga tersedia di papan *board* arduino untuk memudahkan didalam penggunaannya. Berikut ini tabel ringkasan spesifikasi Arduino Mega 2560 tertera pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Ringkasan Spesifikasi *Arduino Mega 2560*

Technical specs

| | |
|-----------------------------|---|
| Microcontroller | ATmega2560 |
| Operating Voltage | 5V |
| Input Voltage (recommended) | 7-12V |
| Input Voltage (limit) | 6-20V |
| Digital I/O Pins | 54 (of which 15 provide PWM output) |
| Analog Input Pins | 16 |
| DC Current per I/O Pin | 20 mA |
| DC Current for 3.3V Pin | 50 mA |
| Flash Memory | 256 KB of which 8 KB used by bootloader |
| SRAM | 8 KB |
| EEPROM | 4 KB |
| Clock Speed | 16 MHz |
| LED_BUILTIN | 13 |
| Length | 101.52 mm |
| Width | 53.3 mm |
| Weight | 37 g |

a. Catu Daya Arduino

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui konektor USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (*non-USB*) dapat berasal dari adaptor AC/DC atau baterai. Jika menggunakan adaptor maka pemasangannya dengan menyambungkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke *power jack* pada papan. Sedangkan jika menggunakan baterai maka sambungkan ujung positif dan negatif baterai ke pin Vin dan Gnd pada papan *Arduino*.

Papan Arduino ATmega2560 dapat bekerja dengan rentang daya eksternal dari 6 Volt sampai 20 Volt. Jika tegangan kurang dari 7 Volt, maka pin 5 Volt

mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, penstabil tegangan (*voltage regulator*) akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

- 1) **VIN**, *Input* tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal.
- 2) **5V**, sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur dari regulator yang tersedia (*built-in*) pada papan.
- 3) **3V3**, sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (*on-board*). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- 4) **GND**, pin Ground.
- 5) **IOREF**, pin ini berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (*shield*) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (*voltage translator*) pada *output* untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt. ^[18]

b. Memori

Mikrokontroler Atmega 2560 mempunyai 256 KB *flash memori* untuk menyimpan kode (yang mana 8KB digunakan untuk *bootloader*), 8 KB SRAM

(*Static Random Access Memory*), dan 4 KB EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*).

c. **Input dan Output**

Setiap pin digital pada *Arduino Mega 2560*, yang berjumlah 54 pin dapat digunakan sebagai *input* atau *ouput*, dengan menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Setiap pin mempunyai arus maksimum 40 mA dan mempunyai resistor *pull-up* internal dengan hambatan 20-50 kOhms. Selain itu tegangan yang masuk ke *input* mikrokontroler harus berada di dalam kisaran nilai tertentu. Pada umumnya tegangan minimum adalah 0 Volt atau mendekati 0 Volt dan nilai ini diterima sebagai level logika rendah. Tegangan tertinggi biasanya sama dengan catu daya yaitu 5-7 Volt untuk tegangan yang direkomendasikan dan nilai tersebut diterima sebagai level tegangan tinggi.^[13] Berikut adalah beberapa pin yang memiliki fungsi khusus :

1. **Serial: 0 (RX) dan 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) dan 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) dan 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) dan 14 (TX).** Pin ini digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data serial TTL.
2. **Interupsi Eksternal:** 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*). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
3. **PWM: pin 0 sampai 13.** Pin ini digunakan untuk *output* PWM dengan fungsi *analogWrite()*.

4. **SPI: pin 50 (MISO), 5 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** Pin ini mendukung komunikasi *SPI* menggunakan *SPI library*.
5. **LED: pin 13.** Pin ini dilengkapi dengan LED yang sudah tersedia pada papan *Arduino (built-in)*. Ketika pin bernilai tinggi maka LED akan menyala, dan sebaliknya akan mati jika bernilai rendah.
6. **I²C: pin 20 (SDA) dan 21 (SCL).** Pin ini mendukung komunikasi TWI menggunakan *Wire library*.

Arduino Mega 2560 mempunyai 16 pin *input* analog, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara otomatis pin ini dapat diukur/diatur mulai dari *ground* sampai 5 V, meskipun bisa juga merubah titik jangkauan tertinggi menggunakan pin AREF dengan fungsi *analogReference()*. Selain pin tersebut, berikut adalah pin lain yang tersedia di papan :

1. **AREF**, digunakan untuk mengubah tegangan referensi pada *input* analog.
2. **Reset**, digunakan untuk menghidupkan ulang *microcontroller*. Biasanya digunakan untuk membuat tombol *reset* tersendiri yang akan menghentikan fungsi tombol *reset* pada papan.

d. Komunikasi

Arduino Mega 2560 mempunyai beberapa fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan *Arduino* yang lain, atau dengan *microcontrollers* lain. *ATmega 2560* menyediakan empat UART *hardware* untuk TTL (5V) komunikasi serial. Sebuah *chip ATmega16U2* yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai *COM Port Virtual*

(pada *Device* komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer. Perangkat lunak *Arduino* termasuk di dalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan *Arduino*. LED RX dan TX (pada pin 13) akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui *chip USB-to-serial* yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak berlaku untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1).

Arduino Mega 2560 dapat diprogram menggunakan aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*) yang merupakan *software open source* dari *Arduino*. *Software* ini berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner, dan meng-*upload* ke dalam *memory* mikrokontroler.

2.2.11. VTScada 11.2

VTScada merupakan *software* SCADA yang diproduksi oleh Trihedral Engineering yang memiliki awalnya bernama WEB. WEB sistem operasi yang berbasis HMI memiliki bahasa *scripting* untuk *tags*, *page*, dan yang berhubungan dengan SCADA dibuat melalui penulisan kode. Kemudian pada tahun 1995, WEB berganti nama menjadi VTS (Visual Tag System) karena program tersebut mengalami perkembangan dalam hal GUI (*Graphic User Interface*) yang membuat lebih mudah dalam penggunaan aplikasi SCADA . Pada tahun 2001, nama VTScada ditambahkan untuk aplikasi SCADA dalam hal pengolahan air dan limbah. VTScada didesain secara detail dalam komunikasi sistem telemetri, dan juga mengalami penambahan fitur yang lebih bermanfaat. Pada awal tahun 2014, Trihedral Engineering mengeluarkan versi 11, dan produk VTS dan

VTScada digabung menjadi satu produk yang sekarang dikenal dengan nama VTScada.

Untuk menginstal *software* VTScada diperlukan hardware PC (*Personal Computer*) yang memiliki spesifikasi berikut^[21] :

VTScada 11.2 digunakan sebagai *server* dari *workstation* :

- 32 atau 64-bit sistem operasi *Windows*
- 2 Ghz prosesor *dual-core*
- Membutuhkan penyimpanan *file* 20 GB
- Memiliki RAM 8 GB atau lebih

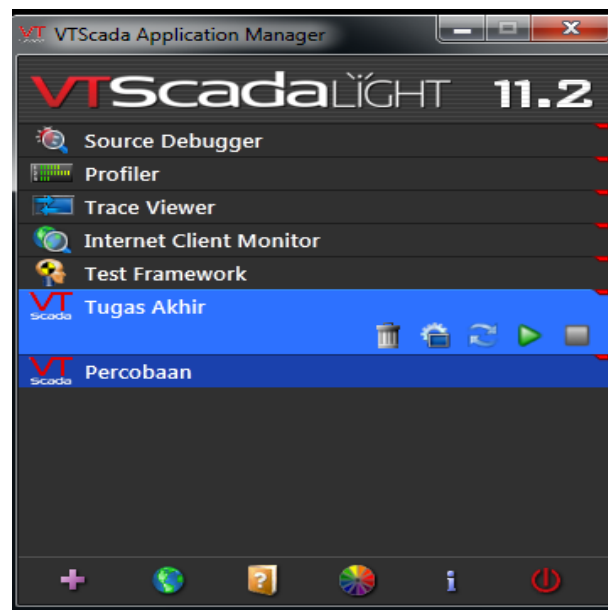
Sedangkan untuk laptop, tablet PC, dan panel PC bukan sebagai server dari *workstation*^[21] :

- 32 atau 64-bit sistem operasi *Windows*
- 2 Ghz prosesor *dual-core*
- Membutuhkan penyimpanan *file* 20 GB
- Memiliki RAM 4 GB atau lebih

Dalam menggunakan *software* VTScada terdapat komponen komponen yang biasa digunakan yaitu :

- VTScada Application Manager

Pada gambar 2.22, terdapat tampilan VAM atau VTScada Application Manager merupakan halaman pertama yang akan tampil pada saat membuka *software* VTScada. Pada VAM ini terdapat VTScada Tools dan Application Tools.



Gambar 2.22 Tampilan VTScada Application Manager ^[21]

VT Scada merupakan salah satu aplikasi virtual scada, VT Scada dapat digunakan untuk keperluan industri, software ini menyediakan layar anatrmuka yang dapat mengontrol peralatan lewat komputer. Termasuk dapat mengoperasikan katup-katup pipa dan motor atau menampilkan suhu ada level ketinggian air di melalui layar. VT Scada dapat berkomunikasi lewat RTU (Remote Telemetry Unit) dan Programmable Logic Control (PLC) untuk mengontrol perangkat keras dan informasi. VT Scada dibuat dengan ribuan Input/Output dalam 1 server (maksimal 50I/O untuk versi *light*).