

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Berbagai macam perancangan dan pembangunan *Automatic Transfer Switch* pernah dilakukan di beberapa jurnal dan penelitian. Jurnal, penelitian, dan produk yang membahas mengenai ATS ini dijadikan acuan dalam pembuatan tugas akhir ini. Tabel 2.1 menunjukkan jurnal dan penelitian yang membahas tentang perancangan dan pembangunan ATS:

Tabel 2.1. Tabel Tinjauan Pustaka

| No | Judul Penelitian | Tujuan Penelitian | Metode Penelitian | Hasil Penelitian | Referensi |
|----|---|---|---|--|---|
| 1 | <i>Arduino-based Automatic Transfer Switch for Domestic Emergency Power Generator-Set</i> | Menjelaskan desain dan konstruksi Automatic Transfer Switch (ATS) yang terjangkau untuk dibangun dan digunakan oleh pelanggan listrik kecil seperti di sector rumah tangga. | Mendeteksi kedua sumber. Lalu jika sumber utama mengalami masalah, akan menggunakan sumber cadangan. Ketika sumber utama sudah menyala daya akan di aliri melalui sumber utama. | Mendapatkan 2,8 s untuk jeda memindahkan kedua sumber. | R. N. Hasanah, S. Soeprapto, and H. P. Adi, 2018[8] |

| No | Judul Penelitian | Tujuan Penelitian | Metode Penelitian | Hasil Penelitian | Referensi |
|----|---|---|--|---|----------------------------------|
| 2 | <i>Automatic Transfer Switch Panel In Pln Electricity And Power Inverter 2000 Watt</i> | Automasi pada ATS yang digunakan untuk menukar sumber tenaga dari PLN ke Power inverter 2 KW. | Menggunakan metode desain untuk membuat desain ATS, lalu melakukan eksperimen. | Mendapatkan jeda 3 s untuk memindahkan dan menyalakan inverter. | R. H. Fora and Sunandar, 2020[9] |
| 3 | <i>Design And Construction Of Automatic Transfer Switch</i> | Mendesain dan Membuat ATS dari awal. | Menggunakan VOLT Comparator untuk membandingkan kedua voltase. | Jeda waktu tidak dituliskan. | Mbonu Nkemjika B,2019 [10] |
| 4 | Optimalisasi ATS (Automatic Transfer Switch) pada Genset (Generator Set) 2800 Watt Berbasis TDR | Membuat alat otomatis yang mampu memulai genset ketika listrik PLN mengalami gangguan. | Menggunakan simulasi dan rancangan, lalu melakukan pengujian | Diberikan waktu jeda 3 s untuk perpindahan dan menyalakan genset. | Alfith, 2017[11] |

| No | Judul Penelitian | Tujuan Penelitian | Metode Penelitian | Hasil Penelitian | Referensi |
|----|---|--|--|--|--|
| 5 | Panel Automatic Transfer Switch (ATS) – Automatic Mainfailure (AMF) Di Perumahan Direksi BTDC | Memberikan pemahaman mengenai cara kerja rangkaian control ATS-AMF pada kepada staf engineering di BTDC dan mengetahui cara kerja rangkaian kontrol sistem ATS – AMF yang ada di perumahan direreksi BTDC. | Menggunakan alat dan langsung di ujikan dan di praktikan. | Fungsi dari ATS ini dapat memanas-kan dan menyalakan genset jika listrik PLN mati. Jika <i>overheat</i> juga dapat dimatikan secara otomatis. Jeda waktu tidak dituliskan. | N. W. Rasmini, 2013[12] |
| 6 | Perancangan Automatic Transfer Switch (ATS) Mode transisi Open-Transition Re-Transfer Dengan Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi | ATS yang mampu mengakusisi parameter tegangan dan frekuensi, dan menyalakan genset ketika di luar parameter tersebut. | Menggunakan perancangan blok diagram dan juga melakukan uji coba, hasil yang didapat dari analisa. | Hasilnya didapatkan waktu jeda untuk merubah dari PLN ke genset sebanyak 15 detik dan untuk sebaliknya didapatkan 10 detik | P. H. Ginting, T. Sukmadi, and E. W. Sinuraya, 2014 [13] |
| 7 | <i>PLC Application as an Automatic</i> | Membahas mengenai penerapan PLC sebagai | Membuat desain dengan menggunakan | Menggunakan PLC sebagai ATS pada | Kurniawan, A. Taqwa, and Y. |

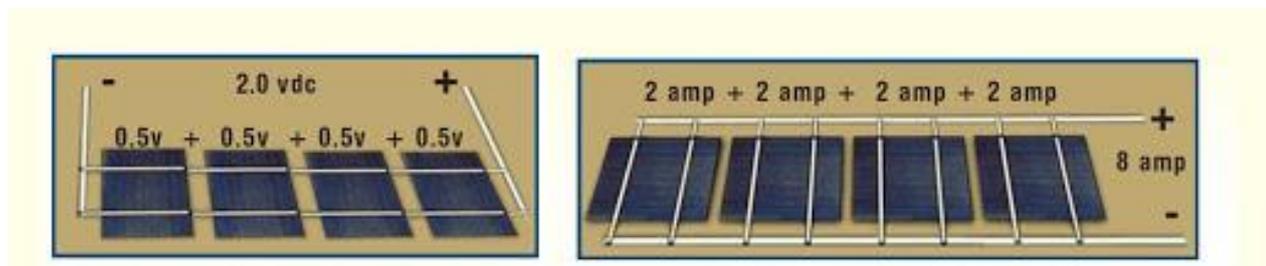
| No | Judul Penelitian | Tujuan Penelitian | Metode Penelitian | Hasil Penelitian | Referensi |
|----|---|---|--|---|---|
| | <i>Transfer Switch for on-grid PV System: Case Study Jakabaring Solar Power Plant Palembang</i> | ATS pada sistem PLTS on-grid di PLTS Jakabaring yang merupakan pembangkit listrik PV terbesar di Palembang. | scada dan PLC layout | sistem PV memegang peranan penting. Karena dapat berubah ketika daya yang dihasilkan PV turun terkendala cuaca. Tidak dituliskan jeda waktu perpindahan | Bow, 2019[14] |
| 8 | Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Pada PLTS dan PLN serta Genset | Perancangan Algoritma dan sistem ATS dengan 3 sumber yaitu genset, PLTS, PLN | Membuat desain algoritma dan sistem kontrol ATS PLTH, membuat sistemnya. | Komponen bekerja dengan baik dan sesuai dengan algoritmanya. Tidak dituliskan jeda waktu perpindahan | Asriyadi, A. W. Indrawan, S. Pranoto, A. R. Sultan, and R. Ramadhan, 2016[15] |
| 9 | Rancang Bangun Dan Implementasi Automatic Transfer Switch (ATS) Menggunakan Arduino Uno Dan Relai | Membuat ATS dari arduino uno, relai dan beberapa sensor yang berfungsi untuk <i>monitoring</i> . | Menggunakan arduino yang disambungkan dengan kabel internet yang berguna untuk <i>data logging</i> . | Relai dapat memindahkan sumber listrik tanpa membuat beban kehilangan arus listrik. Tidak dituliskan jeda waktunya. | R. Pakpahan, D. N. Ramadan, and S. Hadiyoso, 2017[16] |

| No | Judul Penelitian | Tujuan Penelitian | Metode Penelitian | Hasil Penelitian | Referensi |
|----|---|---|--|---|-----------------------|
| 10 | Perancangan, Pembuatan, dan Pengujian Automatic Transfer Switch Pada Sistem Photo-voltaic (PV) Menggunakan Pengendali Mikro Arduino | Merancang, membuat, dan menguji perangkat ATS berbasis digital menggunakan papan kendali Arduino. | Menggunakan Arduino uno dan relay untuk memindahkan sumber berdasarkan tegangan baterai. | Dapat memindahkan sumber listrik 220 VAC dengan jeda waktu 10 ms. Namun belum diuji dalam aplikasi lapangan. | F. R. Akhdan, 2020[6] |
| 11 | Paten US 8,222,548 B2 | Merupakan produk paten ATS | Produk dipatenkan pada tahun 2012 | Jeda waktu tidak dituliskan | |
| 12 | SMART-GEN HGM420N | Produk yang berada di pasaran | | Produk dapat memindahkan dua sumber dengan jeda 1 detik. Hanya dapat menampilkan data tetapi tidak dapat menyimpan data tegangan dan arus | Smartgen, 2020 [7] |

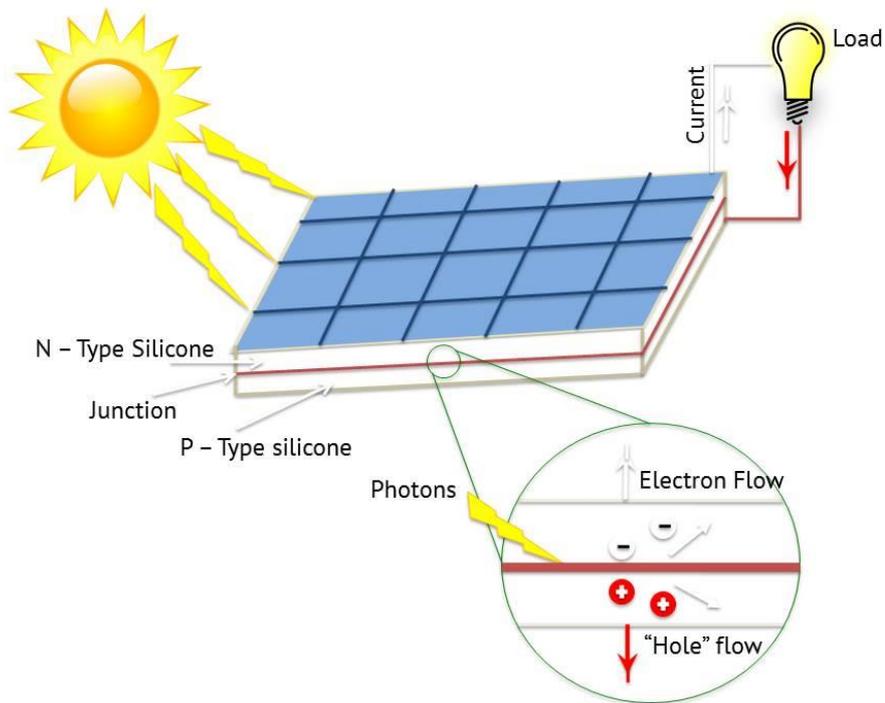
2.2. Dasar Teori

2.2.1. Panel Surya

Panel surya merupakan alat yang terdiri dari sel surya yang berfungsi merubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya dirangkai secara paralel dan seri sehingga mendapatkan porsi yang dibutuhkan [17]. Perangkaian sel surya dijelaskan pada gambar 2.1. Sel surya memiliki dua area yaitu, *n-doped* dan *p-doped* yang diantaranya ada *depletion layer*. Ketika kedua silikon ini dihubungkan menghasilkan medan listrik. Elektron yang terpapar oleh sinar matahari akan bergerak dan menghasilkan arus listrik. Sinar matahari yang mengenai silikon negatif menjadi banyak dan mengalir menuju ke silikon positif hal ini yang menghasilkan listrik [17]. Proses ini ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.1. Cara Kerja dari Panel Surya [17]

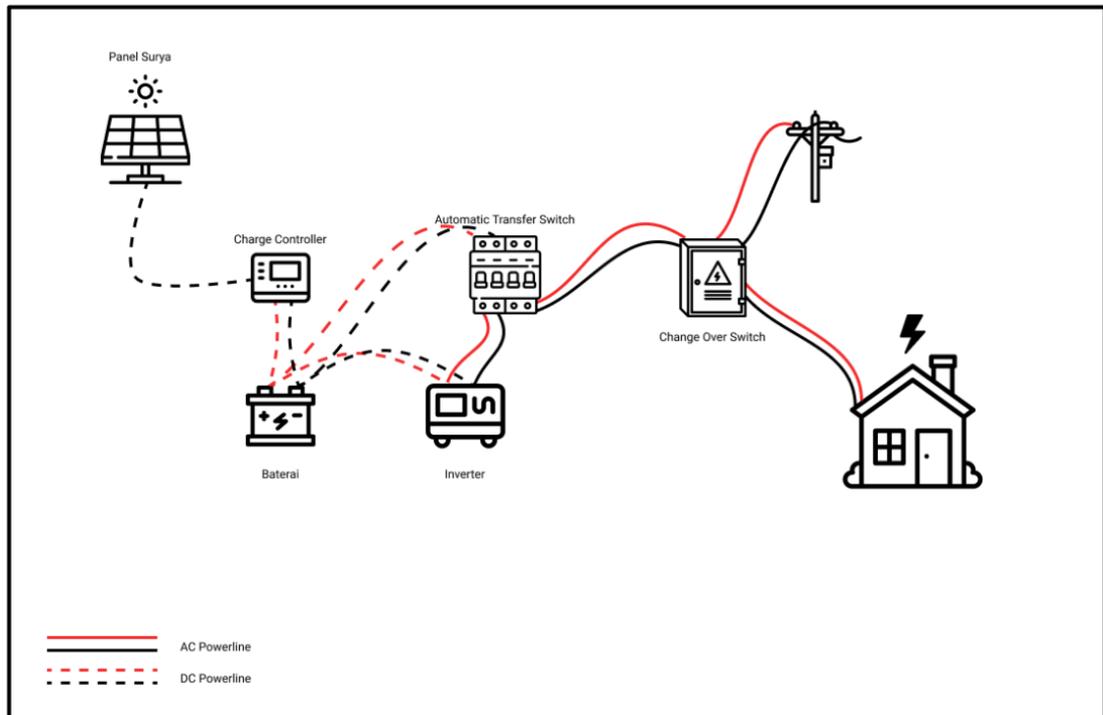


Gambar 2.2. Cara Kerja dari Panel Surya [17]

Panel surya secara tipikal mempunyai waktu hidup selama 25 tahun. Setelah 25 tahun performanya menurun sebanyak 10%-20% dari kapasitas awalnya. Selama 25 tahun atau lebih beberapa modul panel surya terkena bermacam macam variasi yang berbeda dengan yang lainya seperti temperatur, tekanan mekanikal seperti angin dan hujan, tekananan selama pengiriman dan pemasangan, *irradiance* dan kelembaban juga [18].

Panel surya biasanya gabungan dengan beberapa komponen agar menjadi sebuah sistem panel surya seperti baterai, *charge controller*, *inverter*. Di beberapa sistem juga memerlukan ATS untuk memindahkan dari dua sumber yang berbeda. Sistem panel surya tersebut sering disebut *hybrid* dikarenakan menggunakan baterai

tetapi masih bergantung dengan listrik PLN. Sistem panel surya *hybrid* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Gambar Sistem Panel Surya *Hybrid* [6]

2.2.2. Charge controller

Charge controller merupakan peralatan yang dapat membatasi arus yang masuk dari panel dan keluar dari baterai dengan menggunakan PWM untuk menahan tegangan ketika baterai sudah penuh jadi arus tidak dapat mengalir ke baterai [19]. PWM merupakan *pulse width modulation* yang berfungsi sebagai pembatas tegangan yang masuk dengan cara memotong sinyal yang masuk. *Charge controller* juga dapat memperpanjang umur baterai dengan cara mengatur tegangan yang masuk sehingga tidak menyebabkan *overcharging* dan *overvoltage*. Biasanya

charge controller ini digunakan pada stand-alone PV. *Charge Controller* yang digunakan berkapasitas maksimal 10 A. Dipilih 10 A dikarenakan dapat menahan arus dari panel surya sebesar 120 Wp. *Charge controller* biasanya mempunyai 3 pasang slot untuk perkabelan, yaitu panel, baterai dan beban. *Charge controller* yang dipilih memiliki 2 slot USB untuk memudahkan pemasangan power untuk Arduino. Gambar 2.4 merupakan gambar *Charge controller* yang digunakan.



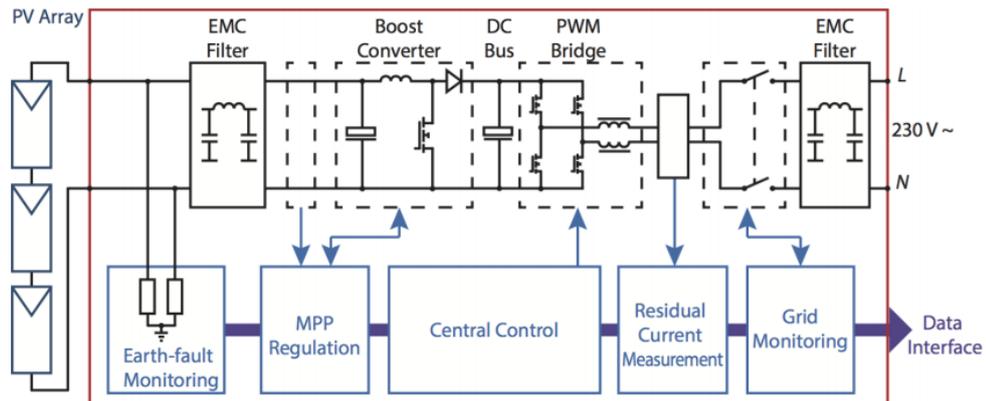
Gambar 2.4. *Charge Controller* [20]

2.2.3. Inverter

Inverter merupakan sebuah rangkaian yang mampu mengubah arus DC menjadi arus AC. Arus DC yang masuk akan melalui rectifier, lalu kemudian akan mengeluarkan listrik dalam bentuk AC.

Inverter yang digunakan dalam sistem panel surya memiliki komponen seperti EMC filter, boost converter, *Pulse Width Modulation* bridge (PWM bridge) [18].

Gambar komponen ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2.5. Rangkaian *Inverter* [18]

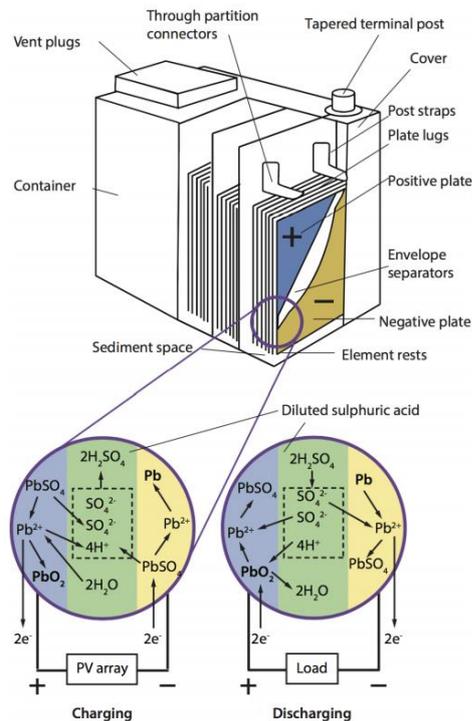
Ketika panel surya hanya mendapatkan voltase yang cukup kecil maka boost converter diperlukan dalam sebuah *inverter*. Selain itu transformer juga dapat mengubah voltase AC yang rendah menjadi yang dibutuhkan tetapi dapat mengurangi keseluruhan efisiensi [18].

2.2.4. Baterai

Baterai merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menyimpan energi listrik. Baterai mengonversi energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi redoks. Ada dua jenis baterai yang dijual di pasaran yaitu, primary dan secondary baterai. Baterai primary merubah energi kimia menjadi energi listrik dan bersifat irreversibly atau tidak dapat dibalikan lagi, dengan kata lain baterai ini tidak dapat

diisi ulang dan digunakan lagi. Untuk sebuah sistem panel surya menggunakan secondary baterai. Secondary baterai ini dapat diisi ulang dan dapat digunakan berkali kali. Contoh dari secondary baterai adalah Lithium ion dan *Lead Acid* [18].

Baterai yang digunakan dalam rancangan tugas akhir ini adalah baterai *Lead Acid*. Gambar 2.5 menunjukkan skema dari *lead acid* baterai. *Lead acid* menggunakan dua plat dengan polaritas yang berbeda dimasukkan kedalam elektrolit. Plat yang dimasukkan bersikap seperti elektroda dan menciptakan reaksi electrochemical. Ketika baterai digunakan elektron mengalir dari kutub negatif menuju kutub positif melalui sirkuit eksternal dan ini yang menyebabkan reaksi kimia antar kedua plat dengan elektrolit [18].



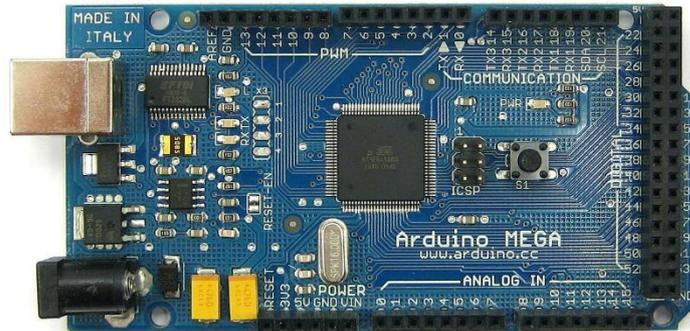
Gambar 2.6 Rangkaian dan Cara Kerja *Lead Acid* [18]

Setiap baterai memiliki beberapa parameter yaitu, voltase, kapasitas, dan *C-Rate*. Voltase yang biasanya digunakan pada sebuah sistem panel surya adalah 12 V, 24 V, 48 V. Kapasitas merupakan berapa banyak arus yang dapat disuplai oleh baterai dengan voltase tertentu. Kapasitas untuk baterai merupakan *ampere-hours* (Ah). Satuan ini digunakan untuk memudahkan perhitungan energi dalam *watt-hours* (Wh). *C-Rate* digunakan dalam baterai untuk menilai seberapa besar tenaga yang dapat diambil dari dalam baterai dalam satu jam dibagi dengan kapasitas baterai [18].

2.2.5. Arduino

Arduino merupakan sebuah perusahaan perangkat lunak dan perangkat keras yang mendesain dan membuat sebuah mikro-kontroler yang diperuntukan untuk komunitas untuk membangun sebuah perangkat digital [21]. Papan kendali Arduino yang digunakan bertipe Arduino Mega. Arduino Mega mempunyai prosesor ATmega2560 dengan 54 pin untuk *digital input* dan *output* termasuk 14 pin yang dapat digunakan sebagai PWM. Membutuhkan tegangan 5 volt yang disuplai melalui kabel USB type B atau dengan menggunakan *external power supply* yang disediakan untuk menyalakan Arduino Mega ini [22]. Dipilihnya Arduino sebagai papan kendali pada ATS ini dikarenakan harganya lebih terjangkau dan mudah

untuk dibangun pada sektor rumah tangga [8]. Papan kendali Arduino Mega memiliki tampilan seperti gambar 2.7

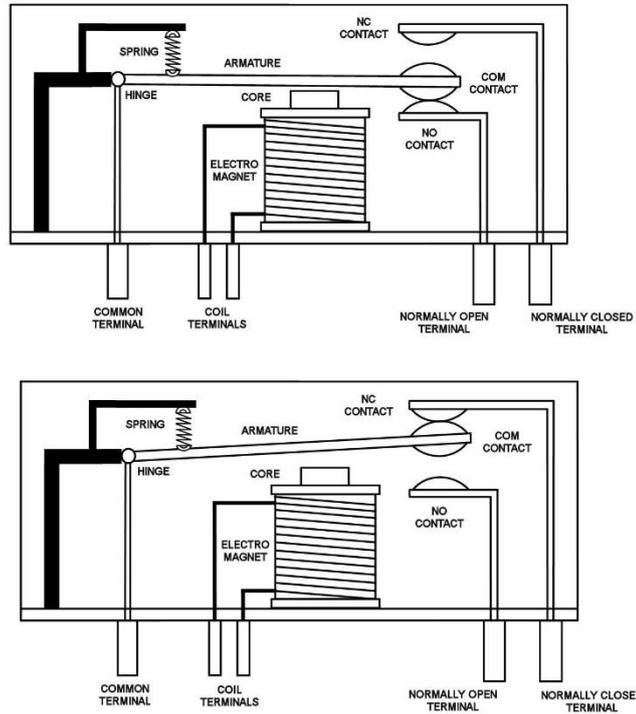


Gambar 2.7. Arduino Mega [22]

2.2.6. Relai

Relai adalah sebuah perangkat saklar yang dijalankan secara elektrik. Relai mempunyai beberapa set terminal input untuk satu atau banyak sinyal kontrol yang nantinya mengontrol outputnya. Relai sendiri berfungsi sebagai pengontrol kerja alat elektronik dengan arus yang lebih besar, sedangkan untuk mengaktifkan relai dibutuhkan arus yang lebih kecil untuk membuat medan magnet lalu mendorong tuas *common terminal* [23].

Jenis relai berdasar *Contact Point* yaitu *Normally Close (NC)* dan *Normally Open (NO)* [16]. Gambar 2.8 merupakan gambar cara kerja relai dan gambar relai ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.8. Gambar Cara Kerja Relai [23]

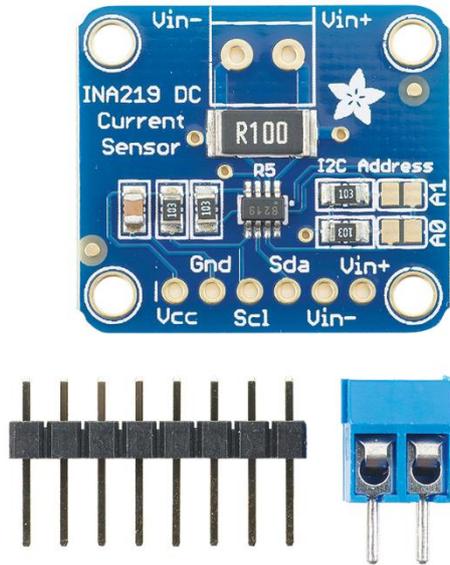


Gambar 2.9. Gambar Relai [24]

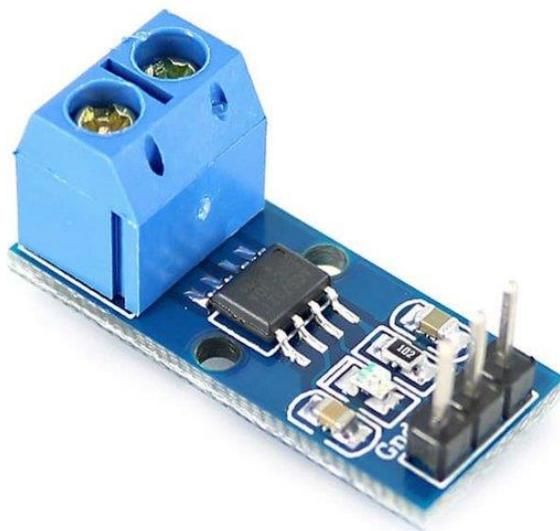
2.2.7. Sensor Tegangan dan Arus

Sensor tegangan dan arus adalah sensor yang bertujuan untuk melihat sebuah tegangan pada sebuah rangkaian listrik. Sensor tegangan ini dapat membaca tegangan AC maupun DC. Sensor ini mendapat masukan berupa tegangan yang dikonversikan menjadi sinyal analog dan sinyal arus. Maka dari itu sebuah sensor ini dapat mendeteksi berupa tegangan dan juga arus. Pada tugas akhir ini menggunakan sensor tegangan dan arus bernama INA219 dan ACS 712 [25].

Alasan menggunakan sensor ini dikarenakan mudahnya untuk mendapatkan kedua sensor dipasaran dan mudah untuk diimplementasikan pada Arduino. Perbedaan kedua sensor ini terletak pada output sensornya. Untuk ACS 712 mengeluarkan output berupa Analog sedangkan INA 219 menggunakan Digital. Gambar sensor INA219 ditunjukkan oleh gambar 2.10, dan Gambar sensor ACS712 ditunjukkan oleh gambar 2.11



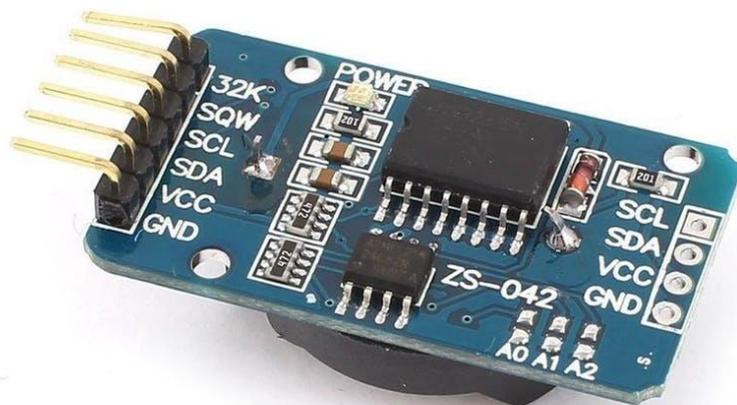
Gambar 2.10 Sensor Tegangan INA219 [26]



Gambar 2.11 Sensor Tegangan ACS 712 [27]

2.2.8. Real Time Clock (RTC)

Real Time Clock merupakan sebuah sensor untuk dapat mengukur waktu secara konsisten . Modul RTC DS3231 merupakan modul RTC yang dapat diintegrasikan dengan Arduino. Modul ini dapat mengukur waktu dalam bentuk tahun sampai detik. Selain itu modul RTC ini terintegrasi dengan *temperature compensated crystal oscillator*. Yang berarti modul ini dapat membaca temperatur sekitar [28]. RTC DS3231 memiliki 6 pin yaitu 32K, SQW, SCL, SDA, VCC, dan GND. Gambar RTC DS3231 ditunjukkan pada gambar 2.12



Gambar 2.12. Gambar RTC DS3231 [29]