

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan pengkajian teori-teori pendukung perancangan, pengujian, perakitan, analisa dan pembahasan pada penelitian yang didapatkan dari berbagai referensi jurnal ilmiah, literatur maupun buku-buku yang memuat informasi penunjang penelitian sistem monitoring penyeimbang tegangan sel dengan metode *switching* pada baterai nicd 110V DC dimana terdiri dari beberapa pembahasan mengenai hal seperti berikut:

1. Teori pengisian dan pengosongan baterai *recharger* dan karakteristik baterai Ni-Cd yang memiliki parameter untuk dijadikan tolak ukur pada proses sistem penyeimbang.
2. Teori *switching* untuk pembacaan tegangan sel dan proses penyeimbangan oleh relai saat proses monitoring tegangan per sel.
3. Teori *internet of things* untuk memonitoring secara *online* atau proses pemantauan jarak jauh.
4. Spesifikasi komponen alat untuk pembentukan sistem seperti mikrokontroller, ESP32, Sensor INA219, LCD, Relai serta komponen lainnya.

Teori ini bersangkutan dengan penelitian yang dilakukan. Pengkajian secara teoritis pada masing-masing komponen pembentuk sistem dilakukan guna mengetahui spesifikasi dan cara kerja setiap komponen. Penggunaan sumber pada tahap studi literatur antara lain dari referensi jurnal ilmiah dari penelitian yang

telah dilakukan, literatur, maupun buku bersangkutan dengan penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini.

Pada tahap studi literatur, dilakukan pengumpulan materi secara teoritis dari point-point yang tercantum pada paragraf sebelumnya sebagai bahan pengkajian dan sebagai landasan teori pada penelitian ini. Sehingga pada bab ini, dapat dilakukan pembahasan mengenai alur kerja alat dan dapat dijelaskan secara teoritis sesuai dengan keadaan *real* implementasi alat yang dibangun.

2.2. Baterai AAA Ni-Cd (*Nickel – Cadmium*)



Gambar 2.1. Baterai AAA Ni-Cd

Baterai nikel-kadmium (*nickel-cadmium*) adalah jenis baterai isi ulang (skunder) yang menggunakan nikel oksida hidroksida (*nickel oxide hydroxide*) dan logam kadmium (*metallic cadmium*) sebagai elektroda. Baterai nikel-kadmium sering juga disebut sebagai baterai Ni-Cd atau baterai NiCad. Singkatan Ni-Cd berasal dari simbol kimia nikel (Ni) dan kadmium (Cd).

Ni-Cd memberikan tegangan terminal yang hampir konstan selama pengosongan, tidak seperti sel primer (tidak dapat diisi ulang) yang menghasilkan muatan rendah dan hampir tidak terdeteksi. Selama pengosongan, baterai Ni-Cd

mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Selama pengisian ulang, baterai Ni-Cd mengubah energi listrik menjadi energi kimia.

Tabel 2.1. Spesifikasi Baterai AAA Ni-Cd 1,2 Volt 600 mAh

Jenis Baterai	Ni-Cd	Unit
Standar Kapasitas Baterai <i>Charge/Discharge</i>	600	mAh
Tegangan Nominal	1,2	V
Tahanan dalam baterai	≤ 40	m Ω
Tegangan <i>Cutt-Off Discharge</i>	1,0	V
Tegangan Maksimal <i>Charge</i>	1,5	V
Arus Standar <i>Charge</i>	60 (0,1C)	mA
	16	Hour
Arus Standar <i>Discharge</i>	120 (0,2C)	mA
Suhu Operasi	0-45	°C

Tabel 2.1. menunjukkan spesifikasi baterai yang digunakan pada penelitian ini (Huang, 2017) yaitu jenis baterai Ni-Cd dengan spesifikasi seperti yang tercantum pada Tabel 2.1.

2.2.1. *State of Charge*

State of Charge (SOC) didefinisikan sebagai persentase nilai kapasitas baterai yang tersisa. SOC menggambarkan energi yang tersedia dan dituliskan dalam presentase sesuai beberapa referensi, terkadang dianggap nilai kapasitas dari baterai. Akurasi pengukuran SOC mempunyai aspek penting dalam perancangan Penyeimbangan Tegangan Sel Baterai. Pengukuran SOC secara tepat dapat menghindarkan baterai dari kondisi *overcharge* dan *overdischarge*.

1. Penyimpanan Berlebihan (*Overcharge*)

Penyimpanan yang berlebihan atau *Overcharge* terjadi pada saat baterai berada pada kondisi keterbatasan kapasitasnya. Jika daya yang dimasukkan di luar batas titik penyimpanan maksimum, elektrolit mulai hancur. Ini menghasilkan gelembung oksigen dan hidrogen, dalam proses yang

diketahui sebagai pembuatan gas atau Gasification. Ini berakibat hilangnya air, oksidasi di elektroda positif, dan dalam kasus ekstrim, terjadi bahaya ledakan.

2. Pengeluaran Berlebihan (*Overdischarge*)

Jika pengeluaran baterai sangat mendalam dan baterai tetap dalam kondisi pengeluaran untuk jangka waktu yang lama, akan terjadi tiga efek: pembentukan sulfat yang terkristal pada pelat baterai, bahan aktif pada pelat baterai akan lepas / berguguran, dan pelat baterai akan melengkung. Proses membentuk kristal sulfat yang stabil dinamakan sulfasi keras. Ini benar-benar tidak baik karena akan membentuk kristal besar yang tidak turut serta dalam reaksi kimia dan dapat membuat baterai anda tidak dapat digunakan.

2.2.2. *Depth of Discharge*

Depth of Discharge (DoD) adalah parameter pengoprasian baterai yang dapat diisi ulang. Kedalaman pengosongan baterai (DoD) menunjukkan persentase baterai yang telah dikosongkan relatif terhadap keseluruhan kapasitas baterai.

Semakin sering baterai diisi dan dikosongkan, semakin pendek umurnya. Biasanya tidak disarankan untuk mengosongkan baterai seluruhnya, karena hal itu secara dramatis mempersingkat masa pakai baterai. Banyak produsen baterai menentukan DoD maksimum yang direkomendasikan untuk kinerja baterai yang optimal.

$$SOC = \frac{V(\text{saat ini}) - V(\text{min})}{V(\text{max})} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

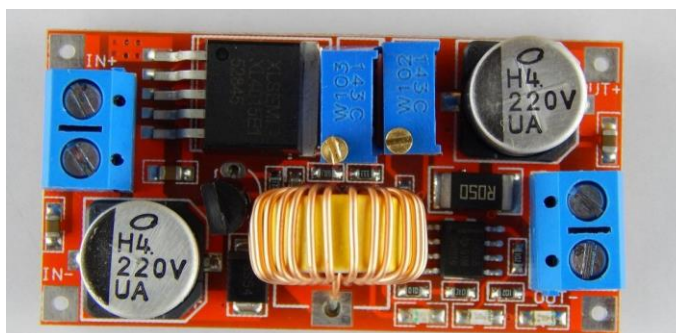
$$DOD = \frac{V(\max) - V(\text{saat ini})}{V(\max)} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Pecahan atau persentase maksimum dari kapasitas baterai (diberikan dalam Ah) yang dilepas dari baterai yang terisi daya secara teratur. "Terisi daya" tidak selalu mengacu pada "terisi penuh atau 100 %", melainkan kondisi pengisian daya (SoC), di mana pengisian daya baterai berhenti mengisi daya, yang dicapai dengan berbagai teknik.

Bagian atau persentase dari kapasitas baterai yang *saat ini* dilepas dari baterai sehubungan dengan kondisinya (terisi penuh). Untuk baterai yang terisi penuh, kedalaman pengosongan dihubungkan ke kondisi pengisian dengan rumus sederhana.

Oleh karena itu, kedalaman pelepasan dapat mengacu pada ukuran kisaran yang biasanya digunakan untuk pelepasan atau jumlah muatan *saat ini* atau fraksi kapasitas yang dikeluarkan dari baterai.

2.3. Modul CC CV XL4015



Gambar 2.2. Modul CC CV XL4015

Gambar 2.2. adalah modul Konversi DC ke DC pada tegangan dan arus secara konstan. XL4015 adalah frekuensi tetap 180 KHz Konverter DC/DC *buck* (penurun) PWM, mampu menggerakkan beban 5A dengan efisiensi tinggi, riak rendah dan garis luar biasa dan pengaturan beban. Memerlukan minimal sejumlah

komponen eksternal, regulator mudah digunakan dan disertakan internal kompensasi frekuensi dan osilator frekuensi tetap. Pengaplikasian modul ini adalah seperti catu daya dengan kebutuhan tegangan yang dapat disesuaikan dengan bebannya. Berikut spesifikasi modul *cc cv xl4015*(XLSEMI, n.d.) :

- Rentang Tegangan Input Lebar 8V hingga 36V
- Output Dapat Disesuaikan dari 1,25V hingga 32V
- Siklus Tugas Maksimum 100%
- Minimal Putus 0,3V
- Memperbaiki Frekuensi Peralihan 180KHz
- 5A Kemampuan Arus Keluaran Konstan
- MOSFET Daya Optimasi Internal
- Efisiensi tinggi hingga 96%
- Pengaturan garis dan beban yang sangat baik
- Fungsi pematian termal bawaan
- Dibangun pada fungsi batas saat ini
- Fungsi perlindungan pendek keluaran bawaan
- Tersedia dalam paket TO263-5L

2.4. Mikrokontroler

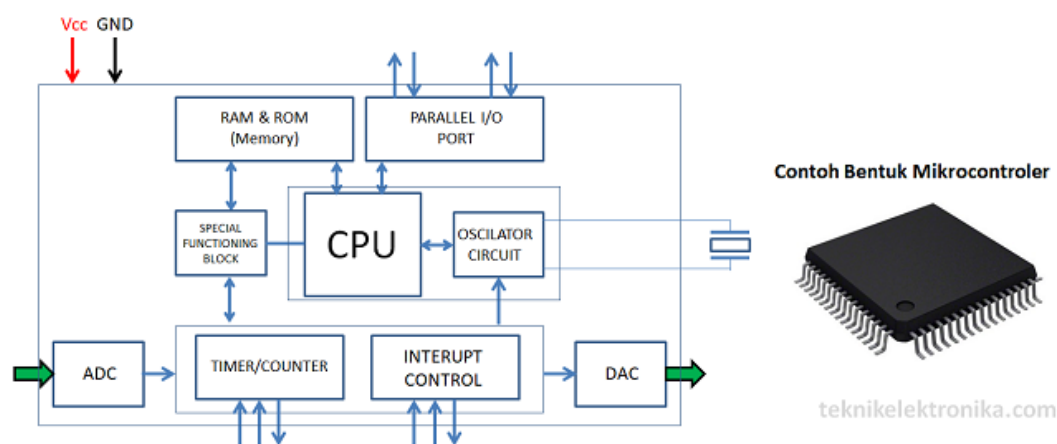
Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (*Integrated Circuit*) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat INPUT dan OUTPUT yang dapat diprogram.

Dalam pengaplikasiannya, Pengendali Mikro yang dalam bahasa Inggris disebut dengan *Microcontroller* ini digunakan dalam produk ataupun perangkat yang dikendalikan secara otomatis seperti sistem kontrol mesin mobil, perangkat medis, pengendali jarak jauh, mesin, peralatan listrik, mainan dan perangkat-perangkat yang menggunakan sistem tertanam lainnya.

Penggunaan Mikrokontroler ini semakin populer karena kemampuannya yang dapat mengurangi ukuran dan biaya pada suatu produk atau desain apabila dibandingkan dengan desain yang dibangun dengan menggunakan mikroprosesor dengan memori dan perangkat input dan output secara terpisah.

2.4.1. Diagram Blok dan Struktur Mikrokontroler

Berikut ini adalah Diagram Blok dan Struktur Mikrokontroler beserta penjelasan singkat tentang bagian-bagian utamanya.



Gambar 2.3. Diagram Blok dan Struktur Mikrokontroler

1. CPU

CPU adalah otak mikrokontroler. CPU bertanggung jawab untuk mengambil instruksi (*fetch*), menerjemahkannya (*decode*), lalu akhirnya dieksekusi (*execute*). CPU menghubungkan setiap bagian dari mikrokontroler ke dalam satu sistem. Fungsi utama CPU

adalah mengambil dan mendekode instruksi. Instruksi yang diambil dari memori program harus diterjemahkan atau melakukan *decode* oleh CPU tersebut.

2. Memori

Fungsi memori dalam mikrokontroler sama dengan mikroprosesor. Memori Ini digunakan untuk menyimpan data dan program. Sebuah mikrokontroler biasanya memiliki sejumlah RAM dan ROM (EEPROM, EPROM dan lain-lainnya) atau memori flash untuk menyimpan kode sumber program (source code program).

3. *Port I/O* Paralel

Port Input / Output paralel digunakan untuk mendorong atau menghubungkan berbagai perangkat seperti LCD, LED, printer, memori dan perangkat *INPUT/OUTPUT* lainnya ke mikrokontroler.

4. *Port Serial*

Port serial menyediakan berbagai antarmuka serial antara mikrokontroler dan periferal lain seperti *port* paralel.

5. Pengatur Waktu dan Penghitung

Timer dan *Counter* adalah salah satu fungsi yang sangat berguna dari Mikrokontroler. Mikrokontroler mungkin memiliki lebih dari satu *timer* dan *counter*. Pengatur waktu (*Timer*) dan Penghitung (*Counter*) menyediakan semua fungsi pengaturan waktu dan penghitungan di dalam mikrokontroler. Operasi utama yang dilakukan di bagian ini adalah fungsi jam, modulasi, pembangkitan

pulsa, pengukuran frekuensi, osilasi, dan lain sebagainya. Bagian ini juga dapat digunakan untuk menghitung pulsa eksternal.

6. *Analog to Digital Converter* atau Pengonversi Analog ke Digital (ADC)

Konverter ADC digunakan untuk mengubah sinyal analog ke bentuk digital. Sinyal input dalam konverter ini harus dalam bentuk analog (misalnya Output dari Sensor) sedangkan Outputnya dalam bentuk digital. Output digital dapat digunakan untuk berbagai aplikasi digital seperti layar digital pada Perangkat pengukuran.

7. *Digital to Analog Converter* atau Pengonversi Digital ke Analog (DAC)

DAC melakukan operasi pembalikan konversi ADC. DAC mengubah sinyal digital menjadi format analog. Ini biasanya digunakan untuk mengendalikan perangkat analog seperti motor DC dan lain sebagainya.

8. Kontrol Interupsi

Kontrol interupsi atau *Interrupt Control* digunakan untuk menyediakan interupsi (penundaan) untuk program kerja. Interrupt dapat berupa eksternal (diaktifkan dengan menggunakan pin *interrupt*) atau internal (dengan menggunakan instruksi interupsi selama pemrograman).

9. Blok Fungsi Khusus

Beberapa Mikrokontroler yang hanya dapat digunakan untuk beberapa aplikasi khusus (misalnya sistem Robotik), pengontrol ini

memiliki beberapa port tambahan untuk melakukan operasi khusus tersebut yang umumnya dinamakan dengan Blok Fungsi Khusus.

2.4.2. Arduino Mega 2560



Gambar 2.4. Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Gambar 2.4. adalah Arduino Mega 2560 sebuah papan mikrokontroler versi tertinggi dari pabrikan Arduino. Arduino Mega 2560 ini mempunyai pin *Input / Output* yang banyak dan kapasitas *memory* yang paling besar diantara versi Arduino lainnya. Arduino ini bersifat *open source* dimana rangkaian mikrokontroler ini dapat dipelajari bahkan ditiru tanpa adanya royalti. Oleh sebab itu banyak sekali papan mikrokontroler yang meniru arduino ini seperti *SENSOR Uno Plus, Freeduino, MaxSerial, Zigduino, Robotdyn* dan lain lain. Selain *Hardware*-nya yang bersifat *open source*, *software* yang digunakan untuk menanamkan *coding* juga bersifat *open source* yaitu menggunakan *script editor* Arduino IDE. Oleh karena itu Arduino IDE ini dapat digunakan untuk memprogram mikrokontroler lainnya yang tidak diproduksi oleh arduino seperti NodeMCU, Wemos D1, dan lain lain (AlfStudio, 2021).

Berikut spesifikasi teknis dari Arduino Mega 2560 R3 *board* :

- Menggunakan prosesor ATmega2560

- Beroperasi pada tegangan 5V

Maksudnya adalah output pin digital dan input maksimal pada pin analog adalah 5 Volt.

- Tegangan input untuk menyalakan Arduino Mega adalah 7-12V

- 54 Pin I/O Digital (Termasuk 15 pin PWM)

- Pin Input Analog 16

- Arus DC Pin I/O 20 mA

Maksudnya output pin digital adalah 20mA dan input maksimal analog adalah 20 mA.

- Arus pada output 3,3 Volt adalah 50 mA

- Flash Memori 256 KB yang mana 8 KB digunakan untuk bootloader

- SRAM 8 KB

- EEPROM 4 KB

- Clock Speed 16 MHz

- LED_BUILTIN 13

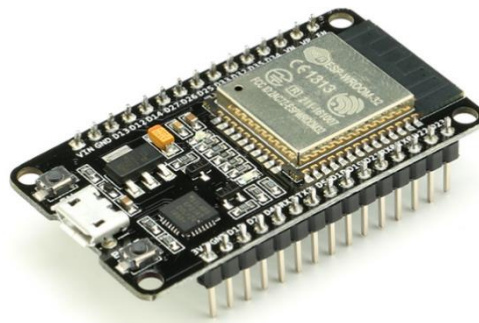
Merupakan LED yang ada di dalam arduino, dimana terhubung ke pin D13.

- Panjang 101.52 mm

- Lebar 53.3 mm

- Berat 37 gram

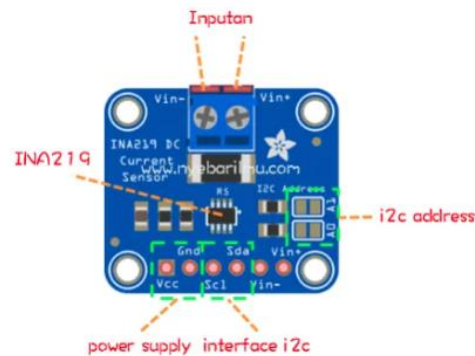
2.4.3. ESP32



Gambar 2.5. Mikrokontroler ESP32

Gambar 2.5. adalah ESP32 dibuat oleh *Espressif Systems*, ESP32 adalah sistem dengan biaya yang rendah, berdaya rendah pada seri *chip* (*SoC*) dengan Wi-Fi & kemampuan Bluetooth dual-mode. Keluarga ESP32 termasuk chip ESP32-D0WDQ6 (dan ESP32-D0WD), ESP32-D2WD, ESP32-S0WD, dan sistem dalam paket (*SiP*) ESP32-PICO-D4. Didesain untuk perangkat seluler, perangkat elektronik yang dapat dipakai, dan aplikasi IoT, ESP32 juga bekerja dengan konsumsi daya sangat rendah melalui fitur hemat daya termasuk *fine resolution clock gating, multiple power modes, and dynamic power scaling*. Mikrokontroler ESP32 yang dikenal sebagai *Espressif System* merupakan pengembangan dari mikrokontroler ESP8266. Secara Spesifikasi ESP32 sangat lengkap, Sehingga Mikrokontroler ini sangat tepat untuk kita gunakan terutama untuk aplikasi yang berhubungan dengan *Internet Of Things*, Karena Mikrokontroler ini bisa berkomunikasi menggunakan Wifi, BLE , *Bluetooth* (3)(Arjun Pratikto Wahyu Hendrawan, 2022).

2.5. INA219



Gambar 2.6. Modul Sensor INA219

Gambar 2.6. adalah sensor INA219 merupakan modul sensor yang dapat memonitoring tegangan dan arus pada suatu rangkaian listrik. INA219 didukung dengan interface I2C atau *SMBUS-COMPATIBLE* dimana peralatan ini mampu memonitoring tegangan shunt dan suplai tegangan bus, dengan konversi program *times* dan *filtering*. INA219 memiliki sebuah amplifier *input* maksimum adalah $\pm 320\text{mV}$ ini berarti dapat mengukur arus hingga $\pm 3,2\text{A}$. Dengan internal data 12 bit ADC, resolusi pada kisaran 3.2A adalah 0,8 mA. Maksimal saat ini adalah $\pm 400\text{mA}$ dan resolusi 0,1 mA. INA219 mengidentifikasi tegangan shunt pada bus bus 0 – 26 V (Aldytya Kusuma et al., 2022).

2.6. LCD Nextion HMI

Human Machine Interface adalah suatu sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. Sistem HMI sebenarnya sudah cukup populer di kalangan industri. Pada umumnya HMI berupa komputer dengan *display* di *Monitor* CRT/LCD dimana kita bisa melihat keseluruhan sistem dari layar tersebut (Eka Samsul, 2017).

Layaknya sebuah komputer, HMI biasanya dilengkapi dengan *keyboard* dan *mouse* dan juga bisa berupa *touch screen*. Tujuan dari HMI

adalah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dan operator melalui tampilan layar komputer serta memenuhi kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem yang sedang berlangsung (Eka Samsul, 2017).

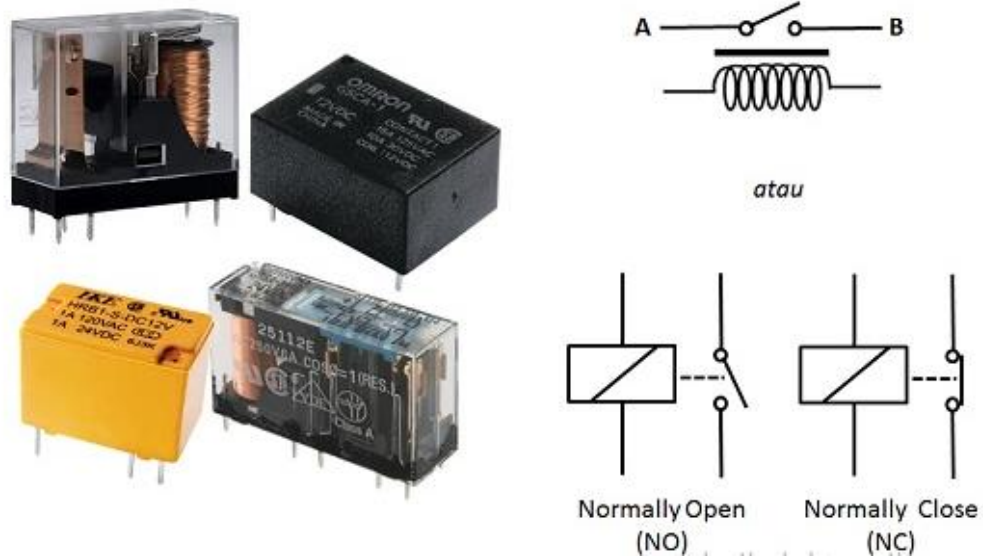
Terdapat banyak cara untuk membuat sebuah tampilan HMI seperti dengan aplikasi *Visual Studio* hingga dengan *Hardware Touch Screen Panel*. HMI akan memberikan suatu gambaran kondisi mesin yang berupa video, grafik, lampu dan lain-lain. Dimana pada tampilan tersebut operator dapat melihat parameter suatu system yang sedang beroperasi (Eka Samsul, 2017).



Gambar 2.7. LCD Nextion HMI

Gambar 2.7. adalah LCD Nextion HMI (Human Machine Interface), adalah sebuah monitor yang menyediakan antarmuka kontrol dan visualisasi antara manusia dan proses, mesin, aplikasi, atau peralatan. LCD Nextion HMI ini dapat menjadi alternatif baru untuk mengganti LCD tradisional dan tabung LED. LCD Nextion HMI ini juga dapat membuat *User Interface* sendiri dengan aplikasi editor bawaannya yang memungkinkan penampilan monitoring lebih baik dan efektif (Anonim, 2022).

2.7. Relai



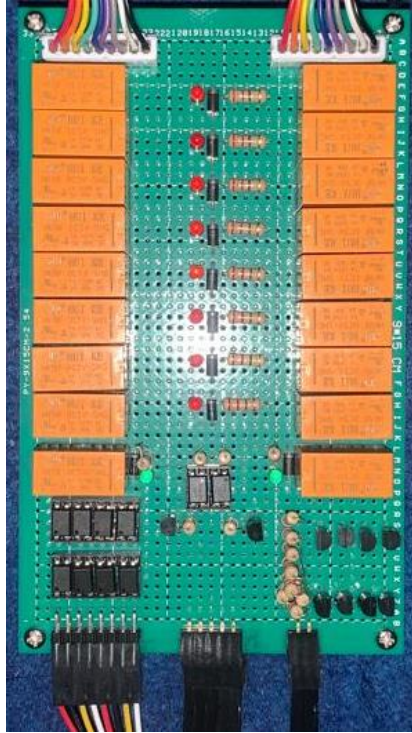
Gambar 2.8. Relai

Gambar 2.8. adalah Relai atau 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*). Relai 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 Relai yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relai (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A (Dickson Kho, 2020).

2.7.1. Modul Relai Sel *DPDT*

Modul relai sel dpdt (*Double Pol Double Throw*) merupakan sebuah modul sel dengan 8 kaki pada relai didalamnya, dimana hal itu dapat dioperasikan untuk pembacaan sebuah tegangan sel baterai secara berurutan karena sistem pada modul relai ini diperuntukan dalam hubungan rangkaian sel pada pembacaan

maupun pengisian sel secara bergantian sebagai *switching*. Suplai daya yang digunakan relai ini adalah sebesar 5V DC dengan rangkaian *optocoupler*.



Gambar 2.9. Modul Relai Sel DPDT

Gambar 2.9. adalah modul relai sel dpdt dengan 16 buah relai sel dan 2 buah relai pembuka sebagai penentu hubungan rangkaian pembaca tegangan baterai sel, dengan indikator lampu led merah sebagai informasi relai pembaca sel aktif dan pada indikator lampu led hijau sebagai informasi relai pembuka bacaan dari relai pembaca sel. Pada modul relai sel ini dapat di asumsikan sebagai sistem *switching* untuk penghubung baterai sel ke sensor tegangan maupun pengisian pada tiap sel baterai secara satu persatu.

2.8. IoT (*Internet of Things*)



Gambar 2.10. *Internet of Things* (IoT)

Internet of things adalah suatu konsep atau program dimana sebuah objek memiliki kemampuan untuk mentransmisikan atau mengirimkan data melalui jaringan tanpa menggunakan bantuan perangkat komputer dan manusia. *Internet of things* atau sering disebut dengan IoT saat ini mengalami banyak perkembangan. Perkembangan IoT dapat dilihat mulai dari tingkat konvergensi teknologi nirkabel, *microelectromechanical* (MEMS), internet, dan QR (*Quick Responses*) Code. IoT juga sering diidentifikasi dengan RFID (*Radio Frequency Identification*) sebagai metode komunikasi (Adani, M. R., 2021).

2.9. Arduino IDE



Gambar 2.11. Arduino IDE

Untuk memprogram *board* Arduino, dapat menggunakan aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino IDE adalah *software* yang

disediakan di situs “*arduino.cc*” yang ditunjukkan sebagai perangkat pengembangan *sketch* yang digunakan sebagai program di papan Arduino. IDE (*Integrated Development Environment*) berarti bentuk alat pengembangan program yang terintegrasi sehingga berbagai keperluan disediakan dan dinyatakan dalam bentuk antarmuka berbasis menu. Dengan menggunakan Arduino IDE, kita bisa menulis *sketch*, memeriksa ada kesalahan atau tidak di *sketch*. dan kemudian mengunggah atau *upload sketch* yang sudah terkompilasi ke papan Arduino (Destiarini, & Kumara, P. W. 2019).

2.9.1. Struktur Pemrograman Arduino IDE

Struktur pemrograman yang ada di Arduino IDE secara garis besar terbagi menjadi beberapa bagian seperti gambar di atas. yaitu :

1. *Header*

Header berisi *library* yang kita butuhkan. *Library-library* dasar yang ada dalam pemrograman bahasa C, sudah terinput otomatis dalam Arduino IDE. *Library* dasar seperti *stdio.h*, *stdlib.h*, *math.h*, kemudian *library* mikrokontroler yang digunakan dan masih banyak lagi. Sehingga, ketika memprogram di Arduino IDE dan perlu *library-library* dasar sudah tidak perlu dipanggil lagi di bagian *header*.

Library yang sifatnya pengembangan, yang tidak termasuk *library* dasar maka harus dipanggil dibagian *header*. Misal *library* untuk LCD 16x2, HCSR04, dan masih banyak lagi. Cara menulisnya sebagai berikut:

Tabel 2.2. Contoh Program *Header*

#include <LiquidCrystal.h>
#include <HCSR04.h>

2. Deklarasi Variabel

Deklarasi variabel yang dimaksud yaitu variabel global, yaitu variabel yang bisa digunakan diseluruh bagian program ini. Variabel terbagi menjadi dua, yaitu global dan lokal. Untuk deklarasi variabel global terletak dibagian ini, tetapi untuk variabel lokal maka dideklarasikan ditiap awal fungsi/prosedur dimana variabel tersebut digunakan.

Cara penulisan deklarasi variabel global sebagai berikut:

Tabel 2.3. Contoh Program Variabel Global

// Deklarasi Variabel Global
int bulat;
char S;
float pecahan;

Cara penulisan deklarasi variabel lokal sebagai berikut:

Tabel 2.4. Contoh Program Variabel Lokal

// Deklarasi Variabel Lokal
void nama_prosedur(){
int bulat;
char s;
float pecahan;
}

3. Setup

Pada bagian ini, digunakan untuk mengkonfigurasi / mengatur mikrokontroler supaya sesuai kebutuhan pengguna. Pada dasarnya pin-pin yang ada pada mikrokontroler bisa digunakan sebagai masukan (*input*) atau keluaran (*output*), baik digital maupun analog. Maka, mikrokontroler harus diatur sebelum digunakan sesuai kebutuhan.

Kegunaan lainnya yaitu untuk menjalankan program yang hanya sekali dijalankan seperti tampilan awal program, atau *init*. Cara menuliskannya sebagai berikut:

Tabel 2.5. Contoh Program *Void Setup*

<code>void setup () {</code>
<code>// pinMode(pinDiatur, Mode)</code>
<code>pinMode(12, INPUT_PULLUP);</code>
<code>pinMode(13, OUTPUT);</code>
<code>}</code>

4. *Loop*

Bagian *Loop* merupakan bagian yang isinya program utama yang akan dijalankan berulang-ulang. Program yang dijalankan sampai sumber tenaga (*power supply*) dicabut.

Jika ingin membuat program menghidupkan LED yang dirangkai *active low*, maka sebagai berikut cara penulisan programnya.

Tabel 2.6. Contoh Program *Void Loop*

<code>void loop () {</code>
<code>// digitalWrite(pin, logika);</code>
<code>digitalWrite(ledPin, LOW);</code>
<code>}</code>

2.10. *Blynk IoT*



Gambar 2.12. *Blynk IoT*

Gambar 2.12. diatas adalah *Blynk IoT* untuk aplikasi *OS Mobile* (iOS dan Android) yang bertujuan untuk kendali module *Arduino*, *Raspberry Pi*, *ESP8266*, *WEMOS D1*, dan module sejenisnya melalui Internet. Dikutip dari (Faudin, A., 2017) Aplikasi ini merupakan wadah kreatifitas untuk membuat antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan hanya dengan metode drag and drop widget. Penggunaannya sangat mudah untuk mengatur semuanya dan dapat dikerjakan dalam waktu kurang dari 5 menit. *Blynk* tidak terikat pada papan atau module tertentu. Dari platform aplikasi inilah dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dimanapun kita berada dan waktu kapanpun. Dengan catatan terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil dan inilah yang dinamakan dengan sistem *Internet of Things* (IoT).

2.11. *State Of The Art*

Penelitian sistem monitoring penyeimbang tegangan sel telah dilakukan dengan kajian berbagai referensi ilmiah. Hasil dari penelitian tersebut dituangkan dalam jurnal guna menjadi pembanding atau pemahaman lebih lanjut mengenai alat yang diteliti. Di bawah ini Tabel 2.7. merupakan studi yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

Tabel 2.7. Jurnal Penelitian Terkait

No	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat dan Tahun Penelitian	Pembahasan Jurnal
1	PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN MANAJEMEN BATERAI DENGAN METODE SWITCHING BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO	Siahaan, Joshua Parulian Handoko, Susatyo	Universitas Diponegoro Semarang ,2021	membahas tentang monitoring manajemen baterai dengan metode <i>switching</i> , seperti penggunaan baterai yang dapat berganti secara otomatis ketika salah satu baterai habis dan juga tegangan baterai termonitoring pada LCD

No	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat dan Tahun Penelitian	Pembahasan Jurnal
2	RANCANG BANGUN <i>CHARGER</i> BATERAI	Hamid, Riskha Mirandha Amin, Mohamad D, Ida Bagus	Teknik, Politeknik, Mesin Balikpapan	Penelitian ini membahas tentang rancang bangun <i>charger</i> baterai, pada penelitian ini juga membuat alat <i>charger</i> baterai 12 V untuk keperluan Usaha Mikro Kecil dan Menengah Dimana proses pengisian baterai (<i>charge</i>) menggunakan sumber tegangan AC 220 V yang diturunkan menjadi 12 V untuk inputnya.
3	DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN MANAJEMEN BATERAI MOBIL LISTRIK	Putra, Bayu Segara Rusdinar, Angga Kurniawan, Ekki	Elektro, Fakultas Teknik Telkom, Universitas	
4	RANCANG BANGUN RANGKAIAN MONITORING TEGANGAN SEL – SEL BATERAI TERHUBUNG SERI PADA <i>BATTERY MANAGEMENT SYSTEM</i> (BMS)	Reza Rahmansyah	Program studi fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah jakarta	Penelitian ini membahas rancangan monitoring tegangan sel – sel, dimana sel – sel baterai tersebut dihubungkan seri untuk mendapatkan tegangan yang cukup, sedangkan dihubungkan parallel untuk mendapatkan kapasitas yang lebih besar.