

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 MOBIL LISTRIK

Mobil listrik merupakan mobil yang digerakan oleh motor listrik menggunakan energi listrik yang disimpan di baterai atau penyimpanan energi lainnya. Mobil listrik mempunyai kelebihan dibandingkan dengan mobil berbahan bakar fosil yaitu minimnya polusi udara sehingga mobil listrik lebih ramah lingkungan. Mobil listrik juga tidak mengeluarkan suara yang bising sehingga tidak menimbulkan pencemaran suara dan gangguan pada telinga.

2.2 BATERAI

Baterai adalah suatu alat yang dapat menghasilkan energi listrik dengan proses kimia. Proses perubahan energi listrik berlangsung dengan cara elektrokimia yang bersifat reversible (reaksi bolak-balik). Proses elektrokimia reversible didalam baterai tersebut bisa berlangsung perubahan kimia menjadi energi listrik (proses pengosongan) maupun perubahan energi listrik mejadi energi kimia (proses pengisian). Pada susunan baterai, satu unit baterai dapat terdiri dari satu sel saja atau beberapa sel. Tiap sel terdiri dari tiga bagian utama yaitu: elektroda positif, elektroda negatif, dan elektrolit baterai (Ii & Pustaka, 2018). Terdapat dua jenis baterai, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer adalah baterai sekali pakai yang jika sudah habis pemakaian kapasitasnya tidak dapat di isi kembali. Baterai sekunder adalah baterai yang dapat di isi ulang dan di gunakan berulang ulang (Fadhilah et al., 2017).

2.2.1 Jenis Baterai

Salah satu jenis baterai yang saat ini berkembang adalah Lithium-Ion Battery atau baterai lithium ion. Bagian utama yang menyusun baterai Lithium-Ion yaitu elektroda negatif (anoda), elektroda positif (katoda), elektrolit dan separator (Perdana, 2021). Seiring dengan berjalannya waktu baterai lithium semakin disempurnakan dengan adanya baterai LiFePO₄ yang masih sejenis dengan baterai lithium ion hanya saja jenis katoda baterai ini berbeda dengan baterai lithium ion. Baterai lithium ion dan LiFePO₄ (Lithium Iron Phosphate) merupakan terobosan baru dibidang penyimpanan energi untuk berbagai kebutuhan seperti kendaraan listrik dengan kelebihan dari baterai tersebut.

2.2.1.1 Baterai Li-Ion (Lithium Ion)

Lithium-Ion Battery atau baterai lithium ion merupakan salah satu jenis baterai sumber arus sekunder yang dapat diisi ulang. Pada saat ini, Lithium-Ion Battery menjadi baterai yang sangat dibutuhkan antara lain untuk kebutuhan energi listrik pada telepon seluler (ponsel), mp3 player dan lain-lain. Selain itu, saat ini Lithium- Ion Battery sangat dibutuhkan khususnya untuk kendaraan yang sumber energinya dari energi listrik/electric vehicle. Lithium-Ion Battery ini memiliki daya yang tinggi serta bobot yang ringan dan dapat digunakan berkali-kali sehingga banyak digunakan oleh para produsen sebagai sumber tenaga alat elektroniknya (Perdana, 2021). Baterai Li-Ion memiliki daya tahan siklus yang tinggi dan juga lebih ringan sekitar 30% serta menyediakan kapasitas yang lebih tinggi sekitar 30% jika dibandingkan dengan Baterai Ni-MH. Rasio *Self-discharge* adalah sekitar 20% per bulan.

Baterai Li-Ion lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung zat berbahaya Cadmium. Meskipun tidak memiliki zat berbahaya Cadmium, Baterai Li-Ion tetap mengandung sedikit zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan manusia dan Lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan daur ulang (recycle) dan tidak boleh dibuang di sembarang tempat (Utara, 2019).

2.2.1.2 Baterai LiFePO4

Baterai LiFePO4 adalah jenis baterai sekunder atau baterai yang dapat diisi ulang kembali, baterai ini sejenis dengan baterai lithium ion. Baterai ini dapat mengisi muatan dengan efisiensi yang tinggi serta hilangnya muatan pada proses *discharge* sangat kecil, dan pengisiannya yang cepat jika dibandingkan dengan baterai jenis lain. Dikarenakan mempunyai kerapatan energi yang sangat rapat jenis baterai ini mempunyai kapasitas lebih besar dibandingkan dengan jenis baterai lain (Zidni, 2020). Baterai LiFePO4 memiliki karakteristik berupa arus yang tinggi ketika baterai sedang melakukan pengosongan (Muhammad et al., 2023). Selain itu, baterai LiFePO4 juga memiliki karakteristik yaitu tegangan yang stabil selama proses *discharge* atau tidak mengalami lonjakan penurunan tegangan yang signifikan ketika baterai digunakan (Moch. Fikri Muji Syarifuddin , Ariss Heri Andriawan, S.T., 2021).



Gambar 2. 1 Baterai LiFePO₄ 48V 100Ah

Gambar diatas menunjukkan baterai *Lithium Iron Phosphate* (LiFePO₄) yang digunakan pada penelitian ini, Lithium iron Phosphate merupakan bahan alternatif pengganti LiCoO₂ yang biasa dipakai dalam baterai lithium ion sejak tahun 1997. LiFePO₄ telah dikenalkan sebagai bahan katoda pada baterai Lithium (Moch. Fikri Muji Syarifuddin , Ariss Heri Andriawan, S.T., 2021).

2.2.2 Komponen Baterai Lithium

Lithium Ion Baterai pada umumnya memiliki empat komponen utama yaitu elektroda positif (katoda), elektroda negatif (anoda), elektrolit, dan separator.

2.2.2.1 Elektroda

Elektroda adalah sebuah plat berbahan material aktif yang akan bereaksi dengan larutan elektrolit saat proses pengisian maupun pengosongan muatan, pada baterai pada umumnya berbahan grafit (Zidni, 2020). Elektroda pada baterai dibagi menjadi 2 yaitu elektroda positif (katoda) dan elektroda negatif (anoda).

2.2.2.2 Elektrolit

Elektrolit adalah bagian yang berfungsi sebagai penghantar ion lithium dari anoda ke katoda atau sebaliknya. Karakteristik elektrolit yang penting untuk

diperhatikan antara lain konduktivitas, aman (tidak beracun) serta harganya murah. Elektrolit ini terbagi dalam dua jenis yaitu elektrolit cair dan elektrolit padat. Kedua jenis ini memiliki kelebihan serta kekurangannya. Kelebihan dari elektrolit cair antara lain memiliki konduktivitas ionik yang besar, harga yang murah, dan aman. Namun kekurangannya adalah memiliki performa siklus pemakaian yang rendah (tidak tahan lama) yaitu hanya berkisar 25 kali siklus dan dapat mengurangi kerapatan energi (Perdana, 2021).

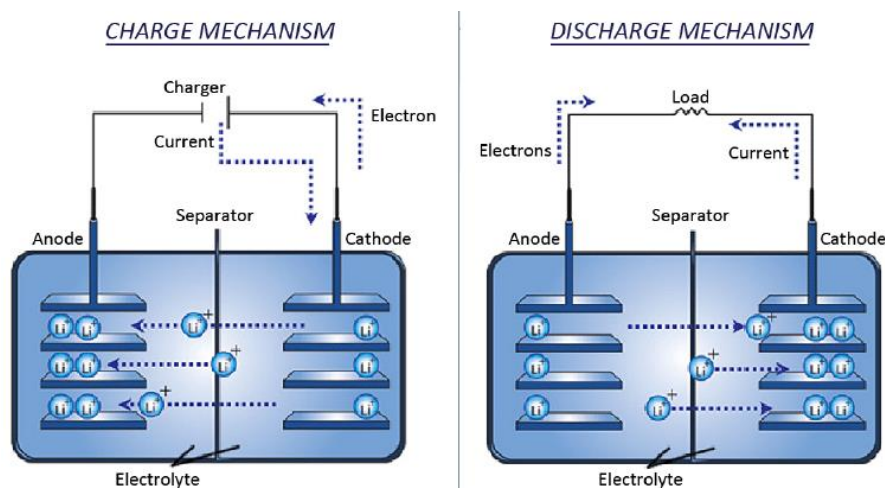
2.2.2.3 Separator

Separator adalah suatu material berpori yang terletak di antara anoda dan katoda berfungsi untuk mencegah agar tidak terjadi hubungan singkat dan kontak antara katoda dan anoda. Selain itu separator harus dapat dilewati oleh ion lithium dengan baik. Tidak hanya sebagai pembatas antar elektroda, separator memiliki peranan penting dalam proses penghasilan listrik, pengisian ulang, dan tentunya keamanan pada baterai litium ion sendiri. Beberapa hal yang penting untuk memilih material agar dipilih sebagai separator antara lain material tersebut bersifat insulator, memiliki hambatan listrik yang kecil, kestabilan mekanik (tidak mudah rusak), memiliki sifat hambatan kimiawi untuk tidak mudah terdegradasi dengan elektrolit serta memiliki ketebalan lapisan yang seragam atau sama di seluruh permukaan (Perdana, 2021).

2.2.3 Charge dan Discharge Baterai

Pada saat *Charge* atau pengisian daya, terjadi pengisian energi listrik ke baterai yang berasal dari sumber PLN atau bisa saja dari Solar PV yang nantinya daya yang dihasilkan akan di simpan ke dalam baterai. Fase ini disebut dengan

proses oksidasi di katoda dan terjadi proses reduksi pada anoda yang disertai dengan terjadinya aliran perpindahan elektron dari katoda ke anoda. Sedangkan pada saat *Discharge* atau pelepasan daya listrik, terjadi pengosongan dari baterai ke beban seperti lampu, AC, handphone, televisi dan sebagainya. Pada fase pelepasan daya, terjadi proses oksidasi di anoda dan proses reduksi di katoda serta terjadi perpindahan elektron dari anoda ke katoda (Adi Jaya, 2021). Pada mobil listrik pengosongan dari baterai untuk menggerakkan motor listrik BLDC. Mekanisme *charge* dan *discharge* baterai litium dapat dilihat pada gambar 2.2



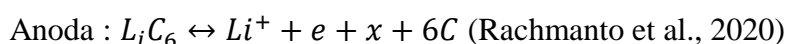
Gambar 2. 2 *Charge* dan *Discharge* Baterai

Sumber: (Adi Jaya, 2021)

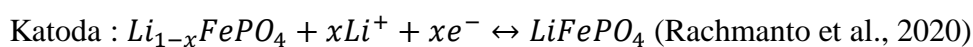
Pada baterai LiFePO_4 grafit digunakan pada anoda dan LiFePO_4 sendiri digunakan menjadi bahan katoda. Pada saat pengosongan elektron dan ion lithium bergerak dari anoda (grafit) menuju katoda (LiFePO_4). Sebaliknya pada saat pengisian elektron dan ion lithium bergerak dari katoda menuju anoda (Amiri Kasvayee, 2022).

2.2.4 Reaksi Kimia Pada Baterai

Berikut merupakan reaksi kimia yang terjadi pada baterai dengan katoda LiFePO_4 dan anoda LiC_6 :



Pada saat pengosongan baterai elektron dan ion lithium bergerak dari anoda menuju katoda maka, dari anoda baterai terjadi proses oksidasi yaitu melepas elektron.



Pada saat pengosongan baterai terjadi proses reduksi di katoda yaitu proses elektron yang dilepas di anoda ditangkap di katoda.

2.2.5 Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai merupakan jumlah energi maksimum yang dihasilkan oleh sebuah baterai pada kondisi tertentu. Kemampuan penyimpanan baterai dapat berbeda dari kapasitas nominalnya. Hal ini bisa disebabkan oleh umur baterai, keadaan baterai, parameter charging/discharging, dan temperaturnya. Satuan untuk kapasitas baterai adalah Ampere hours (Ah), yaitu waktu yang dibutuhkan baterai untuk secara kontinyu mengalirkan arus atau nilai *discharge* pada tegangan nominal baterai (Hendra et al., 2021).

2.2.6 Dept Of Discharge (DOD)

Depth of discharge (DOD) adalah sebuah tingkatan yang menentukan presentase ukuran kapasitas baterai yang telah di kosongkan (terpakai), terhadap kapasitas maksimum nya (Rahardi et al., 2022). Ketika nilai DOD semakin tinggi maka kapasitas baterai yang dapat dipakai semakin kecil. Jadi dapat disimpulkan

DOD merupakan kebalikan dari SOC (*State of Charge*) itu sendiri. DOD dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$DOD = \frac{C_{Batt} \cdot V - E_{Batt}}{C_{Batt} \cdot V} \times 100\%$$

$$E_{Batt} = C_{Batt} \cdot V - C \cdot V_{keluar}$$

$$DOD = \frac{C_{Batt} \cdot V - (C_{Batt} \cdot V - C \cdot V_{keluar})}{C_{Batt} \cdot V} \times 100\%$$

Keterangan :

DoD : dept of discharge (%)

E_{Batt} : Energi yang dilepaskan pada baterai (Wh)

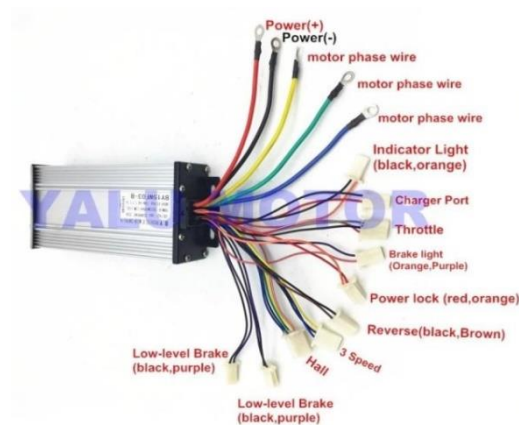
C_{Batt} : Kapasitas maksimum baterai (Ah)

V : Tegangan nominal baterai

2.3 Kontroler

Pada motor BLDC, kontroler memiliki fungsi mengatur arus masuk dan yang harus dialirkan ke kumparan stator agar dapat menimbulkan medan elektromagnet yang sesuai dalam rangka memutar rotor. Inilah yang membedakan dengan motor DC konvensional, dan menggantikan kerja komutasi yang bekerja secara mekanis (Arman et al., 2020). Kontroler juga berfungsi agar mengganti masuknya tegangan dc pada kontroler membentuk tegangan ac disebabkan ragam motor dc brushless umumnya multipole tiga phase hingga membutuhkan perubahan inverter tiga phase tegangan DC ke AC (Izzati & Gusnita, 2022). Pada kontroler ini menggunakan pengendali metode PWM untuk mengendalikan perubahan kecepatan motor BLDC. Pada metode ini, inverter mengirimkan pulsa-pulsa listrik ke motor BLDC dengan frekuensi dan *duty cycle* tertentu. Frekuensi pulsa-pulsa listrik akan menentukan

kecepatan putaran motor, sedangkan *duty cycle* akan menentukan seberapa besar arus yang mengalir ke motor. Untuk menggerakkan motor BLDC kontroller yang digunakan memiliki 3 konektor. Konektor pertama terhubung dengan pedal gas sebagai pengendali kecepatan. Konektor kedua terhubung dengan baterai sebagai penyuplai energi. Konektor ketiga terhubung dengan motor Brushless DC (Utara, 2019).



Gambar 2. 3 Kontroller Motor BLDC

Gambar 2.3 merupakan gambar kontroller motor BLDC, Kontroller ini diperlukan untuk menggerakkan sebuah motor BLDC. Sebuah kontroller mempunyai soket-soket yang memiliki fungsi tersendiri. Untuk menggerakkan sebuah motor BLDC soket yang dipakai yaitu kabel power + dan Power – untuk menghubungkan sumber dari motor tersebut yaitu baterai. Lalu kabel fasa motor dan hall sensor yang dihubungkan dan disesuaikan dengan yang ada pada motor BLDC. Power lock juga dapat berfungsi sebagai saklar yaitu sebagai penghubung dan pemutus jaringan listrik dari baterai ke kontroller.

Tabel 2. 1 Fungsi soket yang ada pada kontroler

Soket pada kontroler	Keterangan
Power + dan Power -	Untuk menyambungkan ke sumber yaitu baterai
Motor phase Wire dan Hall	Untuk menghubungkan kontroler dengan motor DC
Throttle	Untuk mengatur kecepatan putaran motor DC
Power Lock	Sebagai saklar ON dan OFF
Reverse	Untuk mengubah arah putaran motor DC

Tabel 2.1 menunjukkan soket yang dipakai untuk menghidupkan sebuah motor DC pada kontroler.

2.4 MOTOR DC

Motor DC adalah satu jenis mesin listrik yang berfungsi merubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa gerak rotasi. Yang pada prinsipnya menggunakan fluks magnet pada kumparan medan dan kumparan jangkar (G. A. Pangeman, A. Kurniawan, 2017). Motor DC dapat digolongkan menjadi 2 yaitu, jenis motor DC menggunakan sikat/brush dan motor DC yang tidak menggunakan sikat/brush.

2.4.1 Motor DC dengan Sikat/brush

Jenis motor brushed DC Ini adalah jenis motor DC yang pada umumnya dan sering di jumpai di mobil mainan tamiya hingga dynamo stater sepeda motor adalah motor jenis Brushed DC. Konsep motor Brushed DC sangat sederhana hanya terdiri kumparan yang berperan sebagai rotor lalu magnet permanen berperan sebagai stator. Kontroler motor DC brushed adalah yang paling sederhana. Motor ini dapat dikontroler dengan mudah oleh variasi tegangan (voltage controll) ataupun variasi Arus dengan PWM (Amper Controll with Pulse Wide Modulation) (Utara, 2019).

2.4.2 Motor DC tanpa Sikat/brushless

Motor Brushless DC (BLDC) adalah motor yang paling sering digunakan kendaraan listrik kelas kecepatan menengah. Motor Brushless DC ini termasuk dalam jenis motor sinkron, yang artinya medan magnet yang dihasilkan oleh stator dan medan magnet yang dihasilkan oleh rotor berputar pada frekuensi yang sama. Motor Brushless DC ini tidak mengalami slip seperti yang terjadi pada motor induksi biasa. Motor jenis ini mempunyai magnet permanen pada bagian rotor dan elektromagnet pada bagian stator. Walaupun merupakan motor listrik sinkron 3 fasa, motor ini tetap termasuk kategori motor DC karena pada implementasinya motor Brushless DC ini menggunakan sumber tegangan DC sebagai sumber energi utama yang kemudian diubah menjadi tegangan AC dengan menggunakan inverter 3 fasa (Pratama et al., 2020). Apabila pada motor *Brushed* DC kumparan berperan sebagai rotor, pada motor BLDC magnet permanent yang berperan sebagai rotor. Motor BLDC wajib menggunakan kontroler untuk dapat berputar, karena membutuhkan pengolah data yang diberikan oleh hall sensor (Utara, 2019).

Pengubahan polaritas motor BLDC dilakukan secara elektronik menggunakan sensor hall-effect. Motor BLDC (Brushless DC motor) merupakan motor yang memiliki efisiensi baik, lebih handal, umur lebih panjang namun harga motor ini cukup mahal (Basith et al., n.d.).

Tabel 2. 2 Spesifikasi motor BLDC

Tegangan	48V
Arus	33A
RPM	3750r/menit
Torsi	5Nm
Top Speed	60 Km/h (dengan diameter roda 17 inch dan berat 150Kg)



Gambar 2. 4 Motor BLDC

Gambar 2.4 menunjukkan motor BLDC yang digunakan pada penelitian mobil listrik, motor BLDC tersebut memiliki 3 kabel fasa dan hall sensor yang dihubungkan ke kontroler terlebih dahulu. Motor ini memiliki bagian rotor berupa magnet permanen dan bagian stator berupa belitan untuk menghasilkan medan magnet (Basith et al., n.d.). Bagian-bagian dari motor BLDC adalah sebagai berikut:

2.4.2.1 Rotor

Rotor merupakan bagian yang berputar pada motor BLDC dan terdiri dari magnet permanen yang dipasang pada poros. Magnet permanen yang ada pada rotor ini menghasilkan medan magnet yang berinteraksi dengan medan magnet pada stator (Fitriyah et al., 2020).

2.4.2.2 Stator

Stator merupakan bagian yang tidak bergerak pada motor BLDC dan terdiri dari kumparan kawat yang dipasang pada inti besi (Ashari et al., 2018).

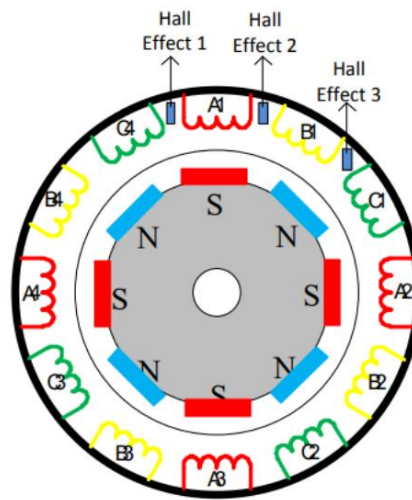
2.4.2.3 Hall Sensor

Hall sensor adalah sebuah sensor yang digunakan pada motor BLDC (Brushless DC) untuk mendeteksi posisi rotor. Sensor ini berfungsi untuk mengubah informasi magnetik menjadi sinyal listrik. Hall sensor terdiri dari potongan tipis semikonduktor yang memiliki bentuk persegi panjang. Ketika sensor ini didekatkan dengan medan magnet atau ditempatkan pada lokasi yang memiliki medan magnet, akan terjadi perbedaan potensial yang kemudian dikirimkan sebagai sinyal listrik (Putri et al., 2022).

2.4.3 Prinsip Kerja Motor BLDC

Prinsip kerja motor BLDC sebenarnya sama dengan motor DC konvensional namun berbeda pada proses komutasinya. Motor BLDC menggunakan teknologi elektronik dalam proses komutasinya, yaitu sensor Hall dan kontroler (Fitriyah et al., 2020). Pada hall sensor ini, saat mendeteksi kutub selatan (S) maka akan memberikan keluaran “0” dan saat mendeteksi kutub utara (N) maka akan memberikan keluaran “1”. Dengan diberikannya arus 3 fase ini,

maka medan magnet dan polaritas akan terus berubah ubah. Putaran dari motor BLDC akan terjadi saat adanya medan magnet antara rotor dan stator (Putri et al., 2022).



Gambar 2. 5 Konstruksi Motor BLDC

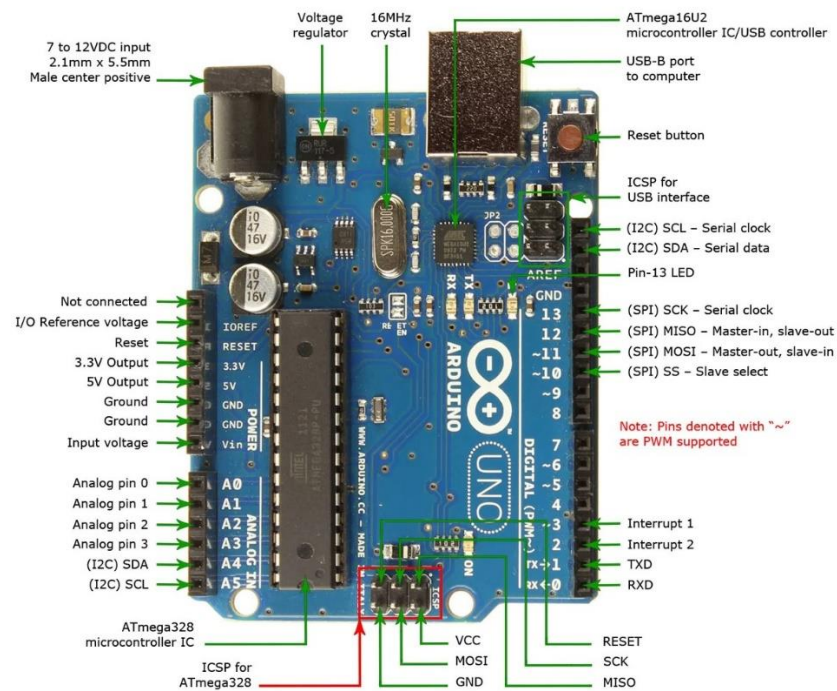
2.5 MIKROKONTROLER

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (special purpose computer) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, dan ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program. Mikrokontroler juga merupakan salah satu komponen teknologi yang akan berperan penting di era revolusi industri 4.0, karena setiap ruang dan gerak pada produktivitas dunia industri akan dilayani oleh sistem mikrokontroler (Aminah, 2022).

2.5.1 ARDUINO UNO

Arduino Uno merupakan platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat open-source hardware yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino Uno memiliki 14

pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input-analog, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP dan sebuah tombol reset (Royhan, 2018). Gambar 2.5 merupakan gambar dari arduino uno.

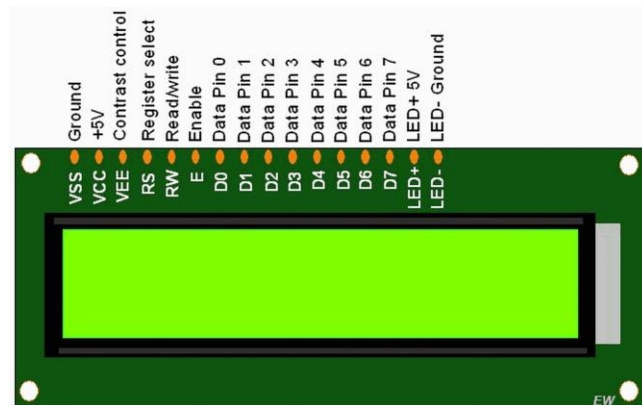


Gambar 2. 6 Arduino Uno

Sumber: (Aminah, 2022)

2.6 LCD (Liquid Crystal Display) 16x2

LCD mempunyai banyak kegunaan dengan pengoperasiannya menggunakan sebuah mikrikontroler, LCD berfungsi untuk menampilkan nilai sensor yang terbaca, menampilkan teks dan lain sebagainya. LCD 16x2 merupakan media penampilan karakter yang memiliki 2 baris dimana setiap barisnya dapat memuat 16 karakter. LCD inilah yang sering digunakan sebagai display data sederhana untuk data yang tidak panjang (Aminah, 2022).



Gambar 2.7 *Liquid Crystal Display (LCD) 16x2*

Sumber: (Aminah, 2022)

2.7 Modul DC Tegangan dan Arus PZEM-017

PZEM-017 merupakan sebuah modul DC yang dapat mengukur tegangan DC sampai 300 VDC dan pengukuran arus dengan menggunakan resistor shunt eksternal yang dapat membaca arus maksimal bervariasi yaitu 50A sampai 300A. Modul ini tidak hanya dapat mengukur tegangan dan arus dapat mengukur daya beserta energi juga. PZEM-017 dapat terhubung ke perangkat komputer atau laptop untuk menampilkan nilai yang terbaca pada modul tersebut dengan menghubungkannya menggunakan konverter RS485 to USB dengan software bawaannya (Aafi et al., 2022). Tidak hanya dapat tersambung dengan perangkat komputer modul ini dapat dihubungkan dengan mikrokontroler seperti arduino untuk menampilkan nilai ukurnya dengan menggunakan lcd atau merekam data nilai ukur tersebut menggunakan data logger untuk menyimpan data nilai tersebut didalam kartu SD. Modul ini dapat dipakai untuk sistem monitoring pada baterai untuk mengetahui berapa tegangan dan arus yang keluar ketika baterai sedang digunakan. Gambar 2.7 merupakan bentuk fisik dari perangkat PZEM-017.



Gambar 2. 8 PZEM-017

Sumber: ('Aafi et al., 2022)

2.8 Pengukuran Akurasi Alat Ukur

Pengukuran akurasi alat ukur merupakan proses membandingkan hasil pengukuran suatu alat ukur dengan nilai yang sebenarnya dari kuantitas yang diukur. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mengetahui seberapa akurat alat ukur tersebut dalam memberikan hasil pengukuran. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk mengukur akurasi alat ukur yang digunakan :

$$\% \text{ Akurasi} = 100\% - \% \text{ Error}$$

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{nilai sebenarnya} - \text{nilai sensor}}{\text{nilai sebenarnya}} \right| \times 100\%$$

Nilai sebenarnya merupakan nilai yang dialirkan pada sebuah sumber listrik atau bisa juga dengan menggunakan alat ukur yang kompatibel untuk digunakan sebagai pembanding sensor (Anggiyanto, 2023).

2.9 Penulisan Terkait

Berdasarkan beberapa studi tentang monitoring pengosongan baterai lithium yang pernah dilakukan. Terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini, penelitian tersebut yaitu sebagai berikut

Tabel 2. 3 Penelitian yang baerkaitan

No	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat dan Tahun Penelitian	Pembahasan
1.	Analisis efisiensi pengisian muatan baterai lithium iron phosphate (lifepo4)	Zidni, Irfan	Universitas Islam Indonesia, 2020	Penelitian ini membahas tentang analisis baterai lithium iron Phospate (LiFePO ₄) pada saat charging dan discharging
2.	Analisa Baterai Lithium-Ion Dan Lithium Iron	Moch. Fikri	Universitas 17 Agustus 1945 surabaya, 2021	Penelitian membahas tentang perbandingan baterai lithium ion dan LiFePO ₄ serta analisis karakteristik pengosongan baterai tersebut.