

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Arieep Jaenul, Sinka Wilyanti, Achmad Leo Rifai, dan Febria Anjara dengan judul “Rancang Bangun Pemanfaatan *Solar Cell* 100 Wp untuk *Charger Handphone* di Taman Bambu Jakarta Timur” pada tahun 2021 menghasilkan alat penyimpan daya berkapasitas 100WP yang berasal dari sumber energi matahari. Penelitian ini menghasilkan alat yang memiliki 4 *port* keluaran USB untuk mengisi daya gawai. Tegangan keluaran dari alat yang dihasilkan penelitian ini adalah tegangan DC<sup>[5]</sup>.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hawa Rizka, Priya Esa Gotama, Maykel Manawan, dan Agus Sukandi pada tahun 2019 “Rancang Bangun Prototipe *Case Powerbank* dengan *Solarcell* sebagai Media Konversi Energi Panas ke Energi Listrik” merancang *power bank* dengan energi surya sebagai sumber energi untuk membangkitkan listrik. Penelitian ini menyimpulkan kondisi daya yang paling besar untuk melakukan pengecasan yaitu pada pukul 13.00 dengan daya yang didapatkan yaitu sekitar  $2.72 \times 10^{-3}$  Watt<sup>[17]</sup>.

Penelitian tahun 2019 dengan judul “Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan *Solar Cell* 50 WP” yang dilakukan oleh Faisal Irsan Pasaribu dan Muhammad Reza menghasilkan pengujian pengisian baterai bank oleh panel yang tertinggi mencapai 33,6 *watt* dan dapat disimpulkan bahwa alat bekerja sesuai tujuan. Pemilihan kapasitas panel dan baterai dapat mendukung kebutuhan charger ponsel selama 24 jam<sup>[18]</sup>.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh I Dewa Gde Bayu Wiranatha, Cok Gede Indra Partha, Widyadi Setiawan dengan judul “Rancang Bangun *Monitoring* Dan Penyimpanan Nilai Daya Listrik Secara Real Time Pada Basis Data” merancang *monitoring* daya dengan kapasitas arus maksimal 100 A. Hasil dari perekaman data adalah penyimpangan sensor arus tertinggi 2,4% dan penyimpangan sensor tegangan tertinggi adalah 0,4%<sup>[19]</sup>.

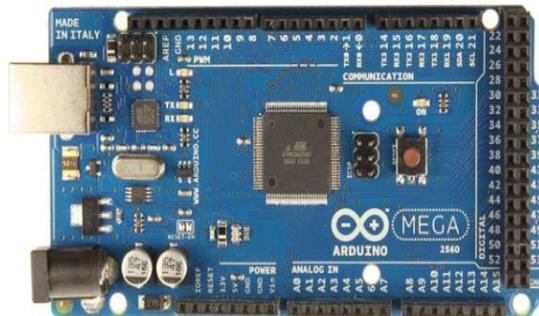
## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Arduino atmega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 seperti Gambar 1 memiliki 54 pin digital input /output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC – DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya.

Arduino Mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega 2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega. Arduino Mega 2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan chip Atmega 16U2 (Atmega 8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega 2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke Ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU<sup>[4]</sup>.

Mikrokontroler yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah arduino atmega 2560 sebagai mikrokontroler yang digunakan. Berikut fisik dari arduino atmega 2560 dapat dilihat pada gambar 2.1 :



Gambar 2. 1 Arduino Atmega 2560

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Atmega 2560

Spesifikasi	Detail
Jenis	Mikrokontroler Atmega 2560
Tegangan	5V & 7-12 V
Pin Digital I/O	54
Pin Analog <i>Input</i>	16
Pin PWM <i>Output</i>	15
SRAM <i>Internal</i>	8 KB
EEPROM	4 KB
Panjang	10,1
Lebar	5,3
Memori <i>Flash</i>	256 (8 KB untuk bootioder)

### 2.2.2 *Inverter*

*Inverter* adalah perangkat elektronika yang digunakan untuk merubah daya DC (*Direct Current*) ke daya AC (*Alternating Current*). Rangkaian *inverter* biasanya menggunakan transistor atau dengan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*), dimana untuk daya yang rendah sampai dengan daya sedang menggunakan transistor, sedangkan untuk daya yang tinggi menggunakan SCR. Inverter membalikan arus searah atau arus DC untuk membangkitkan gelombang segi empat yang kemudian disaring menjadi gelombang sinus yang disesuaikan dan menghilangkan harmonika yang tidak diinginkan<sup>[5]</sup>.

Gambar 2. 2 *Inverter*<sup>[5]</sup>

### 2.2.3 Modul 12C LCD

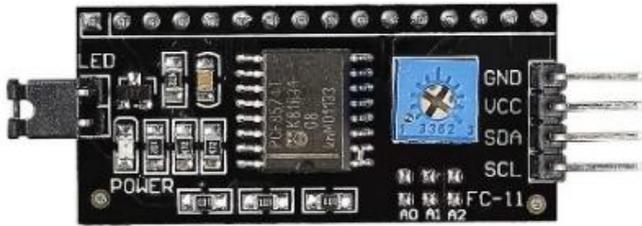
*LCD (Liquid Crystal Display)* adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan). Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan<sup>[6]</sup>.

Liquid Crystal Display (LCD) adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai piranti untuk menampilkan suatu data keluaran. LCD mampu menampilkan karakter, huruf, angka atau grafik. LCD yang digunakan adalah LCD 16x4. LCD 16x4 berarti LCD ini bisa menampilkan 16 karakter di setiap baris dengan total 4 baris.



Gambar 2. 3 LCD 16x 4

*I2C (Inter Integrated Circuit)* adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem *I2C* terdiri dari saluran *SCL* (*Serial Clock*) dan *SDA* (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara *I2C* dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem *I2C* Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada *I2C* Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal clock. *Slave* adalah piranti yang dialamatkan master<sup>[6]</sup>. Bentuk fisik *I2C* dapat dilihat pada Gambar 2.12.



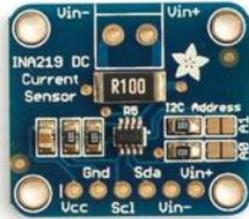
Gambar 2. 4 Inter Integrated Circuit<sup>16]</sup>

Tabel 2. 2 Spesifikasi LCD

Spesifikasi	Detail
Komunikasi	Serial I2C
Tegangan Input	3 – 7 V
Format Tampilan	4 Baris x 16 karakter
Pengaturan Kecerahan	Potensiometer
Warna	Hijau dengan Karakter Kuning

#### 2.2.4 Sensor INA219

Sensor INA219 merupakan modul sensor yang mampu mengukur tegangan, arus dan daya secara bersamaan. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh IC medan terintegrasi dan diubah menjadi tegangan proporsional<sup>[7]</sup>. Sensor INA219 dapat ditenagai oleh pin 5V atau 3V pada Arduino. Sensor INA219 berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui I2C. Sensor INA219 dapat mengukur hingga 26 Volt DC. <sup>[8]</sup>. Koneksi pin Sensor INA219 adalah GND sensor ke GND mikrokontroler, VCC ke 5v. SDA sensor ke SDA mikrokontroler (SDA 20 pada Arduino Mega) dan SCL sensor ke SCL mikrokontroler (SCL 21 pada Arduino Mega).

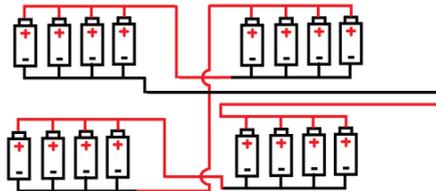
Gambar 2. 5 Sensor INA219<sup>[8]</sup>

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor INA219

Spesifikasi	Detail
Arus	0A – 3,2A
Range Tegangan	0V - 26V DC
Tegangan	4V - 5V DC

### 2.2.5 Baterai LiFePO4

Baterai LiFePO<sub>4</sub> (Lithium Iron Phosphate) adalah jenis baterai lithium-ion yang menggunakan fosfat besi sebagai bahan katoda. Baterai yang digunakan dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah baterai LiFePO<sub>4</sub>. Baterai LiFePO<sub>4</sub> yang digunakan adalah 12V 50Ah. Baterai ini adalah baterai *pack* yang menggunakan baterai *lifepo4* 3,2V 12,6Ah percell yang di seri dan paralel, dimana jika baterai diseri tegangan total yang dihasilkan yaitu 12,8V dan jika di paralelkan kapasitas baterai akan naik yaitu 50,4Ah dengan perhitungan sebagai berikut :

Gambar 2. 6 Baterai LiFePo<sub>4</sub><sup>[8]</sup>

Gambar 2. 7 Rangkaian Baterai

- Rangkaian baterai seri :

Tegangan total dari baterai seri adalah hasil perkalian tegangan satu baterai dengan jumlah baterai yang dihubungkan secara seri. Gunakan rumus berikut:

Tegangan Total = Tegangan Satu Baterai  $\times$  Jumlah Baterai

Tegangan Total =  $3,2 \times 4 = 12,8V$

- Rangkaian baterai parallel :

kapasitas total dari baterai parallel adalah hasil perkalian Kapasitas satu baterai dengan jumlah baterai yang dihubungkan secara parallel. Gunakan rumus berikut:

Kapasitas Total = Kapasitas Satu Baterai  $\times$  Jumlah Baterai

Kapasitas Total =  $12,6 \times 4 = 50,4 \text{ Ah}$

### 2.2.6 Sensor PZEM-04T

Modul sensor PZEM-004T adalah modul sensor yang digunakan untuk mengukur tegangan AC. Sensor PZEM-004T juga dapat mengukur arus, daya aktif, dan daya. Sensor berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui antarmuka TTL RS485. Baudrate sensor adalah 9600, dengan data 8 bit Rentang pengukuran sensor PZEM-004T terhadap tegangan adalah 80-260V, dengan akurasi pengukuran 0,5%. Rentang pengukuran sensor PZEM-004T terhadap arus adalah 0-10A, dengan akurasi pengukuran 1%.



Gambar 2. 8 Sensor PZEM-017T <sup>[9]</sup>

Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor PZEM-004T<sup>[9]</sup>

Spesifikasi	Detail
Pengukuran Arus	0A - 100A
Pengukuran Tegangan	80V - 260V AC
Tegangan Operasional	4V - 30V DC
Konsumsi daya	0,5 Watt
Frekuensi	50-60Hz

### 2.2.7 HC-05

Bluetooth memang merupakan media komunikasi yang digunakan untuk menghubungkan satu perangkat komunikasi dengan perangkat komunikasi lainnya (Iqbal: 2010). Fungsi bluetooth adalah untuk mempermudah melakukan pengiriman file yang terdapat pada perangkat komunikasi elektronik anda. Definisi dari bluetooth sendiri adalah sebuah teknologi komunikasi *wireless* atau tanpa kabel yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz (antara 2.402 GHz s/d 2.480 GHz) dengan menggunakan sebuah *frequency hopping tranceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan juga suara secara real-time antara host-host bluetooth dengan jarak jangkauan yang terbatas<sup>[13]</sup>. Jarak operasi HC-05 biasanya mencapai sekitar 10 meter atau pun lebih tergantung sinyal yang terbaca oleh HC-05.



Gambar 2. 9 HC-05<sup>[10]</sup>

Tabel 2. 5 Spesifikasi HC-05<sup>[10]</sup>

Spesifikasi	Detail
Frekuensi Kerja	2.4 GHz
Tegangan Operasional	3,3V - 5V
Konsumsi Arus kerja	50 mA
Jangkauan Jarak	10 meter
Dimensi Modul	15.2×35.7×5.6

### 2.2.8 Kodular

Kodular merupakan sebuah situs berupa web yang didalamnya tersedia beberapa tools yang diantaranya yaitu, Mit App Inventor yang menyediakan sebuah block programming untuk membuat sebuah aplikasi tanpa perlu menguasai ataupun mengetik kodingan untuk membuat kode program. Kodular sebelumnya memiliki nama Makeoid. Pada situs Kodular terdapat tools IDE yang bersifat open

source seperti App Inventor. Kodular juga memiliki fitur widget banyak dari tools IDE. Selain itu, Kodular tidak hanya dapat membuat aplikasi Android, tetapi juga dapat mengunggah hasil ke dalam Kodular store dan dapat membuat widget yang tidak terdapat dari bawaan dengan ekstensi<sup>[11]</sup>.

Kodular menggunakan antarmuka "drag-and-drop", di mana pengguna dapat secara visual merancang antarmuka pengguna aplikasi dan menambahkan fungsionalitas dengan menghubungkan blok-blok kode yang telah disediakan. Blok-blok ini mewakili berbagai komponen dan tindakan aplikasi, seperti tombol, layar, penyimpanan data, sensor, dan lain-lain. Hal ini menyederhanakan proses pembuatan aplikasi Android dan menghilangkan kebutuhan untuk menulis kode dari awal.



Gambar 2. 10 Kodular

### 2.2.9 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi memutuskan serta menghubungkan suatu rangkaian elektronik dengan rangkaian elektronik lainnya. Relay memiliki fungsi yang sama dengan saklar yaitu menghidupkan dan mematikan beban. Relay terdiri dari 4 komponen dasar, pertama electromagnet (Coil) berupa lilitan yang terbentuk dari kawat tembaga dengan lapisan email yang berfungsi sebagai pembentuk medan magnet ketika mendapatkan tegangan listrik yang sesuai dengan tegangan kerja relay. Kemudian armature, merupakan material atau lempengan logam yang berfungsi sebagai tuas kontak yang bergerak merubah posisi kontak tergantung dari sifat magnet dari komponen inti besi yang mempengaruhinya.

Ketiga *Switch Contact Point* (Saklar), merupakan bagian dari relay yang berfungsi sebagai kontak output relay. Switch kontak ini terdapat 2 kondisi yaitu NO (*normally open*) dan NC (*normally close*). *Normally open* adalah bahwa kontak relay secara normal saat lilitan A1 dan A2 belum mendapat tegangan adalah kontak terbuka. Sedangkan

normally close maksudnya adalah bahwa kontak relay secara normal saat lilitan A1 dan A2 belum mendapat tegangan adalah kontak tertutup. Terakhir *spring*, merupakan bagian dari relay yang berfungsi mengembalikan posisi switch contact poin relay saat lilitan koil A1 dan A2 tidak bertegangan.

Modul relay 1 channel dan 2 channel 5V dengan digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan perangkat listrik yang memerlukan tegangan dan arus yang besar. Kompatible dengan semua mikrokontroler sehingga dapat digunakan dengan NodeMCU ESP8266<sup>[12]</sup>. Relay tersebut digunakan pada pembuatan Tugas Akhi ini.



Gambar 2. 11 Relay 2 Channel

### 2.2.10 USB Fast Charging Module

Pengisian cepat USB atau disebut *USB Fast Charging Module* adalah teknologi yang memungkinkan pengisian cepat perangkat elektronik seperti *smartphone*, *tablet*, dan perangkat *portabel* lainnya melalui koneksi USB. Teknologi ini membantu memberikan daya yang lebih tinggi ke perangkat dalam waktu yang lebih singkat daripada metode pengisian daya konvensional.

Hal ini dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk mengisi daya baterai perangkat sehingga pengguna dapat menggunakan perangkatnya dengan cepat setelah mengisi daya. Tegangan input dari USB Fast Charging Module yaitu 6V-32V dengan output yang tersedia yaitu 5V dan biasa disesuaikan otomatis dari 3-12V memicu pengisian cepat, dan output daya sampai 24W (5V@3.4A, 9V@2.5A, 12V@2A).



Gambar 2. 12 USB Fast charging Modul

### 2.2.11 Power Bank

*Power bank* adalah perangkat penyimpan daya yang biasa digunakan sebagai pengisi daya gadget saat membutuhkan energi listrik namun berada jauh dari sumber listrik. *Power bank* berfungsi sebagai baterai cadangan. *Power bank* biasanya dapat menyimpan hingga 20.000mAh. *Power bank* banyak digunakan untuk mengisi daya gadget karena memiliki tegangan keluaran DC. *Power bank* berukuran kecil dan memiliki bentuk yang *portable* sehingga memudahkan untuk dibawa bepergian<sup>[13]</sup>.



Gambar 2. 13 *Power bank*<sup>[13]</sup>

### 2.2.12 Tabungan Listrik

Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pencapaian Rasio Elektrifikasi tahun 2022 sebesar 99,63 persen, meningkat 1,8 persen dari tahun 2021 yaitu sebesar 99,45 persen. Rasio elektrifikasi ini masih perlu ditingkatkan agar seluruh wilayah Indonesia mendapatkan akses listrik. Desa-desa pada daerah yang belum mendapatkan akses listrik merupakan desa yang termasuk dalam daerah tertinggal, terdepan dan terluar (3T) di Indonesia<sup>[20]</sup>.

Pembangunan jaringan listrik baru di daerah terpencil rata-rata memerlukan waktu lama dan biaya yang tinggi, sehingga untuk memecahkan persoalan ini "Tabung Listrik" (TaLis) menjadi salah satu solusi dengan konsep penyimpanan energi (baterai) untuk selanjutnya dipakai mengoperasikan peralatan elektronik. TaLis (Tabung Listrik) atau yang juga dikenal sebagai Alat Penyalur Daya Listrik (APDAL) awalnya digunakan PLN di wilayah Maluku dan Papua untuk masyarakat desa yang bermukim tersebar di pegunungan. Memiliki bobot kurang lebih 5 kg, penyimpanan energi berbasis baterai lithium-

ion yang dirangkai dengan *battery management system* ini memiliki masa pakai 10-15 tahun<sup>[20]</sup>.

Salah satu strategi mencapai target Rasio Elektrifikasi 100% adalah penyediaan 20.711 unit TaLis/APDAL untuk 285 desa melalui Anggaran Pendapatan Belanja dan Negara (APBN) 2021 dan pembangunan Stasiun Pengisian Energi Listrik (SPEL) untuk pengisian daya TaLis. TaLis juga akan diimplementasikan pada beberapa daerah 3T di wilayah kerja PLN UIW S2JB. Harapannya, dengan cara ini, daerah terpencil yang ada di pelosok Indonesia bisa mendapatkan listrik dengan pembangunan pembangkit yang mudah dan murah<sup>[20]</sup>.



Gambar 2. 14 Tabungan Listrik<sup>[20]</sup>