

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

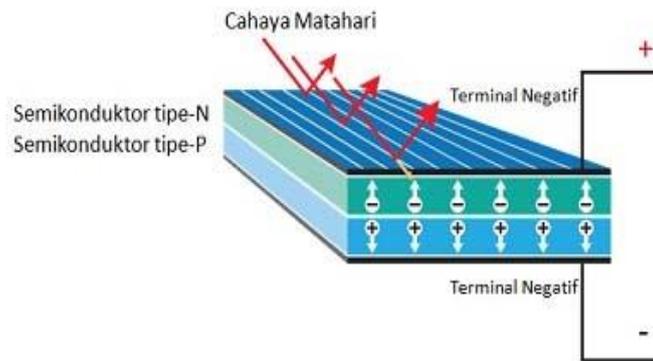
2.1 Catu Daya

Catu Daya adalah sebuah perangkat yang memasok energi listrik ke satu atau lebih beban listrik[1]. Catu daya merupakan bagian terpenting dari rangkaian elektronika, karena merupakan sumber daya utama yang memberi daya pada seluruh rangkaian elektronika. Pada dasarnya catu daya ini memiliki struktur rangkaian, antara lain transformator, penyearah dan penghalus tegangan. Istilah ini paling umum diterapkan pada perangkat yang mengubah satu bentuk energi listrik ke energi lain, meskipun juga dapat merujuk ke perangkat yang mengubah bentuk energi lain (misalnya: mekanik, kimia, matahari) menjadi energi listrik.

2.2 *Solar Cell*

Solar cell atau panel surya adalah suatu komponen elektronika yang dapat mengubah energi matahari atau surya menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah(DC)[2], dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* mengacu pada fenomena di mana tegangan dihasilkan oleh sambungan atau kontak dua elektroda yang terhubung ke sistem padat atau cair ketika energi cahaya diterima. Oleh karena itu, sel surya sering disebut sebagai sel *photovoltaic* (PV).

photovoltaic terdiri dari lapisan semikonduktor tipe-p, yang merupakan bahan semikonduktor, di mana *hole* adalah pembawa muatan mayoritas, dan lapisan semikonduktor tipe-n terdiri dari elektron sebagai pembawa muatan mayoritas[3]. Keduanya diperoleh dari doping semikonduktor yang sama dengan bahan doping yang berbeda. Kedua lapisan ini merupakan lapisan yang membentuk *photovoltaic*. Struktur dasar sel surya (*solar cell*) dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2. 1 Struktur Dasar Sel Surya (*Solar Cell*)
 (Sumber : <https://bumienergisurya.com/sel-surya-solar-cell-pengertian-dan-prinsip-kerja/>)

Arus listrik terjadi karena energi foton sinar matahari yang diterimanya melepaskan elektron pada sambungan semikonduktor tipe-n dan tipe-p untuk membiarkannya bersirkulasi. Sama seperti fotodiode, panel surya atau *solar cell* juga memiliki pin positif dan negatif yang dihubungkan dengan rangkaian atau perangkat yang membutuhkan daya atau sumber listrik. panel surya (*solar cell*) dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. 2 Panel Surya (*Solar Cell*)
 (Sumber : <https://www.inti.co.id/?p=1803>)

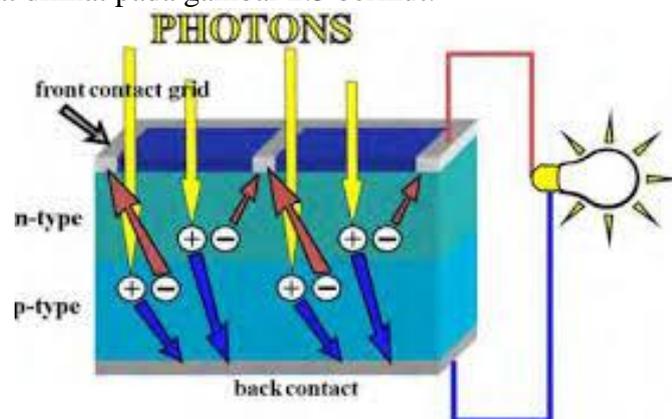
Pada dasarnya panel surya atau *solar cell* merupakan fotodiode (*Photodiode*) dengan luas permukaan yang sangat besar. Karena luas permukaan panel surya yang besar, perangkat panel surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang datang dan menghasilkan tegangan dan arus yang lebih besar daripada fotodiode biasa. Sebagai contoh, panel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon dapat menghasilkan tegangan hingga 0,5V dan arus hingga 0,1A saat terkena sinar matahari.

2.2.1 Prinsip Kerja Solar Cell

Cara kerja panel surya atau *solar cell* dimulai dengan partikel kecil sinar matahari yang disebut dengan “foton”. Ketika sel surya terkena sinar matahari, partikel foton pada matahari menghantam atom semikonduktor pada sel surya. Hantaman ini, menghasilkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya[4]. Atom yang kehilangan kekosongan elektron dalam strukturnya disebut “hole” yang bermuatan positif karena elektron bermuatan negatif yang terpisah bergerak bebas di daerah pita konduksi bahan semikonduktor.

Wilayah semikonduktor dengan elektron bebas adalah negatif, dan bertindak sebagai donor elektron disebut sebagai semikonduktor tipe-n. Sedangkan wilayah semikonduktor “hole”, yang bertindak sebagai akseptor elektron, disebut sebagai semikonduktor tipe-p. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga akan membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. akibat dari aliran elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana Ketika panel surya atau *solar cell* menerima sinar matahari mengenai susunan p-n *junction* ini dan akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan menjadi energi listrik[5].

Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat ditransfer ke beban atau disimpan di baterai sebelum digunakan untuk beban. Prinsip kerja sel surya (*solar cell*) dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Sel Surya (*Solar Cell*)

(Sumber : <http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/67/jbptppolban-gdl-ginairiant-3325-3-bab2--7.pdf>)

2.2.2 Jenis-Jenis Solar Cell

Jenis-jenis *solar cell* dibagi menjadi 3 macam yaitu :

1. *Solar Cell* Monokristal (*Mono-crystalline*)

Solar cell jenis *Mono-crystalline* merupakan *solar cell* paling efisien dan diproduksi dengan teknologi terkini untuk menghasilkan daya maksimum per satuan luas. *Mono-crystalline* dirancang untuk aplikasi yang membutuhkan konsumsi daya tinggi dalam kondisi iklim ekstrim. *Solar cell* ini memiliki efisiensi hingga 15%. Kelemahan dari *solar cell* jenis ini adalah tidak bekerja dengan baik di tempat dengan sedikit sinar matahari (teduh). Dalam cuaca mendung, efektivitasnya turun tajam. *Solar cell* monokristal (*Mono-crystalline*) dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2. 4 *Solar Cell* Monokristal (*Mono-crystalline*)
(Sumber : <https://www.carailmu.com/2021/05/jenis-jenis-panel-surya.html>)

2. *Solar Cell* Polikristal (*Poly-Crystalline*)

merupakan *solar cell* kristal acak karena dibuat dengan cetakan injeksi. Jenis ini membutuhkan luas permukaan yang lebih besar daripada jenis monokristal untuk menghasilkan daya yang sama. *Solar cell* jenis ini biasanya lebih murah dibandingkan dengan jenis *monocrystalline* karena kurang efisien. *Solar cell* polikristal (*Poly-Crystalline*) dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2. 5 *Solar cell* Polikristal (*Poly-Crystalline*)
(Sumber : <https://www.sanspower.com/jenis-jenis-panel-surya-yang-bagus.html>)

3. *Thin Film Photovoltaic*

Merupakan *solar cell* (dua lapisan) yang terdiri dari silikon dan struktur film tipis amorf dengan efisiensi modul hingga 8,5%. Oleh karena itu, luas permukaan yang dibutuhkan per watt daya yang dihasilkan lebih besar dari pada monokristal dan polykristal. Inovasi terbaru adalah *Thin Film Triple Junction Photovoltaic* dengan 3 lapisan. Jenis *solar cell* ini dapat beroperasi dengan sangat efisien dalam kondisi yang sangat mendung dan dapat menghasilkan listrik hingga 45% lebih banyak daripada jenis *solar cell* lain dengan peringkat daya yang setara. *Solar cell thin film photovoltaic* dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 2. 6 *Solar Cell Thin Film Photovoltaic*
(Sumber : <https://panelsurya.co/panel-surya>)

2.2.3 Faktor Pengoperasian *Solar Cell*

Ada Beberapa faktor dalam pengoperasian sel surya (*solar cell*) untuk mendapatkan nilai maksimum yang bergantung pada[6] :

1. *Ambient temperature* udara

sel surya dapat bekerja dengan maksimum jika *temperature* sel surya tetap normal pada 25 derajat Celsius. Kenaikan *temperature* lebih tinggi dari *temperature* normal pada sel surya akan melemahkan tegangan Voc (*Voltage Open Circuit*).

2. Radiasi

Radiasi matahari dibumi di tempat yang berbeda akan bervariasi dan sangat bergantung pada keadaan sepektrum matahari ke bumi. *Insolation* matahari akan sangat berpengaruh terhadap arus (I) dan sedikit terhadap tegangan (V).

3. Kecepatan Angin Bertiup

Kecepatan angin di sekitar posisi sel surya sangat berkontribusi dalam menurunkan suhu permukaan sel surya, dan suhu dapat dijaga pada kisaran 25 derajat Celcius.

4. Keadaan Atmosfir Bumi

Keadaan atmosfer bumi berawan, mendung, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara, kabut dan polusi sangat menentukan nilai maksimum arus listrik yang dihasilkan sel surya.

5. Orientasi Panel Kearah Matahari Secara Optimum

Orientasi optimal rangkaian panel terhadap matahari sangat penting untuk menghasilkan energi yang maksimal. Selain orientasi azimuth (sudut kemiringan) panel, juga sangat mempengaruhi hasil energi maksimum. Untuk lokasi di garis lintang belahan bumi utara, panel harus menghadap ke selatan. Demikian juga, panel yang terletak di garis lintang selatan harus menghadap ke utara. Meskipun panel menghadap ke barat atau timur, tetap menghasilkan energi, tetapi energinya tidak maksimal.

2.3 Solar Charger Controller

Solar charge controller adalah suatu perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah (DC) yang akan diisi ke baterai. dan juga *Solar charge controller* mengatur pengisian daya ke baterai agar tidak mengalami *overcharging* atau kelebihan arus dalam pengisian ke baterai yang akan mempersingkat masa pakai baterai. *Solar charge controller* menggunakan teknologi *Pulse Width Modulation (PWM)* untuk mengatur kemampuan pengisian baterai dan menghilangkan arus dari baterai ke beban. Pada Panel surya biasanya memiliki tegangan keluaran 16-21V[7]. Jadi tanpa *solar charge controller*, baterai akan rusak karena *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan dikarenakan baterai biasanya di-charge pada tegangan 14-14,7 volt. *Solar charge controller* dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 *Solar Charge Controller*

(Sumber : <https://www.sanspower.com/solar-charge-control-untuk-panel-surya-ramah-lingkungan.html>)

Beberapa fungsi detail dari *solar charge controller* adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging*, Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak *full discharge* dan *overloading*.
2. Monitoring temperatur baterai.

Untuk membeli *solar charge controller* yang harus diperhatikan adalah :

1. Voltage 12 Volt DC / 24 Volt DC
2. Kemampuan (dalam arus searah) dari *controller*, misalnya 5 Ampere, 10 Ampere, dsb.
3. *Full charge* dan *low voltage cut*

Seperti disebutkan di atas, *solar charge controller* yang baik biasanya mampu mendeteksi kapasitas baterai. Ketika baterai terisi penuh, arus pengisian sel surya / *solar cell* akan berhenti secara otomatis. Metode pendeteksiannya adalah melalui monitor level tegangan baterai. *Solar charge controller* akan mengisi baterai hingga tegangan tertentu, kemudian jika level tegangan turun, baterai akan diisi ulang.

Solar charge controller biasanya memiliki *input* seperti : 1 *input* (2 terminal) terhubung ke *output* panel surya/*solar cell*, 1 *output* (2 terminal) terhubung ke baterai/aki dan 1 *output* (2 terminal) terhubung ke beban. Arus DC dari baterai tidak dapat masuk ke panel surya karena biasanya ada '*diode protection*' yang hanya mentransfer arus DC dari panel/*solar cell* ke baterai dan bukan sebaliknya.

2.3.1 Prinsip Kerja Solar Charge Controller

Solar Charge controller merupakan komponen penting dalam pembangkit listrik tenaga surya, Prinsip kerja dari *Solar Charge Controller* terbagi menjadi dua yaitu pada saat *charging mode* dan *operation mode* :

1. *Charging mode*, pengisi baterai dan menjaga pengisian jika baterai sudah mulai penuh. dalam *charging mode*, secara umum baterai diisi dengan metode *three stage charging* yaitu[8]:
 - a. *Fase bulk* : baterai akan di-charge sesuai dengan tegangan *setup* (*bulk* - antara 14.4 - 14.6 Volt) dan arus diambil secara maksimum dari panel surya. Pada saat baterai sudah pada tegangan *setup*(*bulk*) dimulailah *fase absorption*.
 - b. *Fase absorption* : pada *fase* ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan *bulk*, sampai *solar charge controller timer* (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai.
 - c. *Fase float* : baterai akan dijaga pada tegangan *float setting* (umumnya 13.4 – 13.7 Volt). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya pada *stage* ini.

2. *Operation Mode*: Penggunaan baterai ke beban (penyaluran baterai ke beban diputuskan jika baterai sudah mulai kosong). Pada metode ini, baterai akan melayani beban. Apabila ada *over-discharge* ataupun *over-load*, maka baterai akan dilepaskan dari beban.

Kedua komponen diatas sangat berguna untuk mencegah kerusakan dari sebuah baterai.

2.4 Baterai (*Battery/Accumulator*)

Aki (baterai) merupakan suatu alat yang dapat menyimpan energi listrik berupa energi kimia atau mengubah energi berdasarkan prinsip elektrokimia. Pada dasarnya baterai terdapat 2 jenis yaitu baterai primer yang hanya dapat sekali pakai (*single use battery*) dan baterai sekunder yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*)[9]. Umumnya baterai digunakan pada perangkat elektronik seperti jam dinding, khususnya yang menggunakan baterai primer. Sementara baterai sekunder banyak digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), dikarenakan dapat dipakai berulang ulang atau dapat diisi ulang. biasanya baterai *Deep cycle* digunakan dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), aki mobil konvensional tidak cocok dipergunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya.

Saat mengisi tenaga listrik panel surya diubah menjadi tenaga listrik di unit penyimpanan akumulator di dalamnya, kemudian energi listrik di akumulator akan digunakan untuk memasok energi ke peralatan listrik. Dengan munculnya proses ini dapat diketahui faktor primer dan sekunder. Contoh baterai yang dapat digunakan adalah baterai VRLA AGM yang biasa disebut baterai sel kering. Baterai jenis ini selnya terbuat dari bahan kalsium yang disekat oleh jaring berisikan bahan elektronik berbentuk gel/selai yang dikemas dalam wadah tertutup rapat[10]. Kontruksi dan bentuk fisik baterai (*Battery/Accumulator*) dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2. 8 (a) Kontruksi Baterai (b) Bentuk Fisik Baterai
(Sumber : <https://bumienergisurya.com/baterai-vrla-deep-cycle-12v-12ah-voz-va-12-12/>)

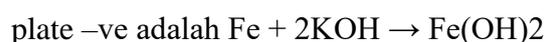
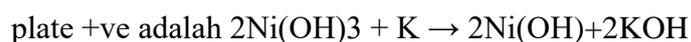
Bagian utama baterai terdiri dari dua penghantar (elektroda) berbeda yang direndam dalam larutan penghantar (elektrolit), satu elektroda bermuatan positif dan yang lainnya bermuatan negatif. Ujung elektroda yang menonjol di atas elektrolit disebut elektroda positif dan negatif, dan ketika kedua elektroda dihubungkan dengan kawat (seperti tembaga), arus mengalir dari elektroda negatif ke elektroda positif melalui kawat. Perbedaan potensial atau tekanan listrik antara sambungan tergantung pada bahan elektroda dan elektrolit dan diukur dalam volt.

1. Proses Pengisian Baterai

Ketika arus melalui elektrolit KOH sehingga molekul memisahkan diri menjadi ion K^+ dan (OH^-) . Ion (OH^-) bergerak ke plate +ve dan ion K^+ menuju plate -ve. Jadi plate +ve mengubah ion $2Ni(OH)_3$, begitu juga plate -ve akan merubah Fe. Sebenarnya disini tidak terjadi perubahan komposisi dari elektrolit dan spesifik gravity tetap konstan selama proses pengisian dan pengosongan (*charging* dan *discharging*).

2. Proses Pengosongan Baterai

Terjadi proses kebalikan terhadap proses pengisian dimana,



3. Efisiensi ampere jam (AH efisiensi)

Efisiensi ini tidak dipengaruhi perubahan tegangan selama pengisian maupun pengosongan, dan besarnya efisiensi pada baterai asam antara 90 - 95 % sedangkan baterai alkali rata-rata 80 %.

4. Standarisasi

Besarnya arus pengisian adalah :

- a. Baterai Alkali : $0,2 \times C$ ($0,2 \times$ kapasitas batere).
- b. Baterai Asam : $0,1 \times C$ ($0,1 \times$ kapasitas batere)
- c. Pada operasi *floating* arus yang mengalir ke baterai relatif kecil.

5. Pengujian Kapasitas Baterai

Kapasitas suatu baterai adalah menyatakan besarnya arus listrik (Ampere) baterai yang dapat disuplai / dialirkan ke suatu rangkaian luar atau beban dalam jangka waktu (jam) tertentu, untuk memberikan tegangan tertentu, Kapasitas baterai (Ah) dinyatakan sebagai berikut :

$$C = I \times t$$

Dimana :

C = Kapasitas baterai (Ah)

I = Besar arus yang mengalir (A)

T = Waktu (jam).

Pada baterai alkali nickel-cadmium (NiCd) umumnya kapasitas baterai dinyatakan dalam C5 dan untuk baterai Asam C10. C5 dan C10 menyatakan besarnya kapasitas baterai dalam Ah yang tersedia selama 5 jam untuk C5 , dan 10 jam untuk C10.

Pengujian kapasitas baterai dilakukan pada :

- a. Saat komisioning baterai (*Initial Charge*).
- b. 5 tahun setelah operasi.
- c. Kemudian dilakukan setiap 2 tahun
- d. Pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui kapasitas baterai yang sesungguhnya

2.4.1 Prinsip Kerja Baterai (*Battery/Accumulator*)

Baterai bekerja berdasarkan pengisian dan pengosongan energi listrik yang dikandungnya. Ketika baterai digunakan, baterai akan terlepas, di mana kedua elektroda menjadi timbal sulfat. Memang, dua elektroda bereaksi dengan larutan asam sulfat. Dalam reaksi ini, elektroda timbal melepaskan banyak elektron, menciptakan arus listrik dari timbal dioksida. Di dalam baterai terdapat sel untuk menyimpan arus listrik yang di dalamnya terkandung asam sulfat. Setiap sel berisi satu positif dan satu negatif. Pelat anoda berisi timah oksida coklat (PbO_2), pelat katoda berisi timah (Pb) Pelat ini ditempatkan pada batang penghubung. Separator atau pemisah yang menjadi isolasi antar pelat, dibuat agar asam aki dapat dengan mudah mengalir di sekitar pelat[11].

2.5 Mikrokontroler

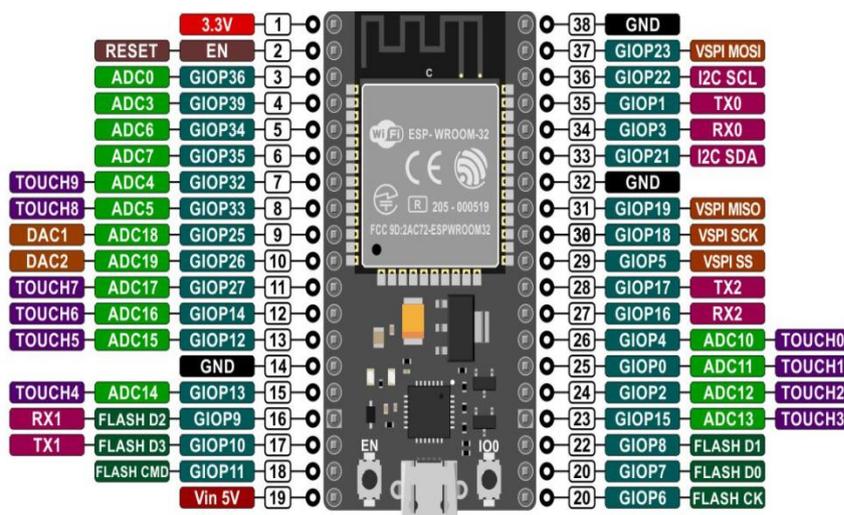
Mikrokontroler adalah sistem komputer yang semua atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut sebagai mikro komputer chip tunggal. Mikrokontroler adalah sistem komputer dengan satu atau lebih tugas tertentu, tidak seperti PC (*Personal Computer*) yang memiliki banyak fungsi yang berbeda. Perbedaan lainnya adalah rasio RAM dan ROM antara komputer dan mikrokontroler sangat berbeda.

Mikrokontroler pada dasarnya komputer chip tunggal, yang terdiri dari mikroprosesor, memori, jalur *input/output* (I/O), dan perangkat tambahan lainnya. Kecepatan pemrosesan data pada mikrokontroler lebih rendah dari pada PC. Pada PC, kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler biasanya berkisar antara 1 hingga 16 MHz. Demikian pula kapasitas RAM dan ROM pada PC dapat berada pada orde Gbytes, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde byte/Kbytes.

Meskipun kecepatan pemrosesan data dan kapasitas memori Namun, mikrokontroler jauh lebih kecil daripada komputer personal. Kapasitas mikrokontroler cukup untuk digunakan di banyak aplikasi, terutama karena ukurannya yang ringkas. Mikrokontroler biasanya digunakan pada sistem yang tidak terlalu rumit dan tidak memerlukan keterampilan Komputasi tinggi.

2.5.1 NodeMCU ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang diperkenalkan oleh Espressif System, yang merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah terdapat modul WiFi dan Bluetooth di dalam chipnya, sehingga sangat berguna untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. ESP 32 ini Memiliki 18 ADC (Analog Digital Converter), 2 DAC, 16 PWM, 10 Sensor sentuh, 2 jalur antarmuka UART, pin antarmuka I2C, I2S, dan SPI[12]. Pinout ESP 32 dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut.



Gambar 2. 9 PinOut ESP 32

(Sumber : <https://embeddednesia.com/v1/menggunakan-pin-gpio-pada-esp32/>)

tidak semua pin dengan fitur spesifik dari ESP32 cocok untuk semua tujuan *project*. Tabel berikut menunjukkan pin terbaik untuk digunakan sebagai *input* dan *output*, dan beberapa petunjuk yang perlu dipertimbangkan saat memutuskan pin mana yang akan digunakan.

Pin yang ditandai dengan warna hijau dapat digunakan dalam *project*. Sementara pin dengan sorotan kuning dapat digunakan, dengan peringatan harus

diperhitungkan, karena ada perilaku yang tidak terduga terutama selama proses *boost*. Pin yang ditandai dengan warna merah tidak disarankan sebagai *input* atau *output*.

Tabel 2. 1 Pin *Input* & *Output* ESP32

GPIO	Input	Output	Catatan
0	pulled up	OK	output sinyal PWM saat boot
1	TX pin	OK	output debug saat boot
2	OK	OK	Terhubung ke LED on board
3	OK	TX pin	HIGH saat boot
4	OK	OK	
5	OK	OK	output sinyal PWM saat boot
6	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
7	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
8	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
9	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
10	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
11	x	x	terhubung dengan SPI Flash terintegrasi
12	OK	OK	boot gagal ketika mendapatkan input high
13	OK	OK	
14	OK	OK	output sinyal PWM saat boot
15	OK	OK	output sinyal PWM saat boot
16	OK	OK	
17	OK	OK	
18	OK	OK	
19	OK	OK	
20	OK	OK	
21	OK	OK	
22	OK	OK	
23	OK	OK	

24	OK	OK	
25	OK	OK	
26	OK	OK	
27	OK	OK	
28	OK	OK	
29	OK	OK	
30	OK	OK	
31	OK	OK	
32	OK	OK	
33	OK	OK	
34	OK	OK	
35	OK	OK	
36	OK		Hanya input
37	OK		Hanya input
38	OK		Hanya input
39	OK		Hanya input

2.6 Sensor

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan, dan fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati perubahan, *input* yang terdeteksi diubah menjadi *output* yang dapat dipahami manusia melalui perangkat sensor itu sendiri atau dikirim secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diproses dalam informasi yang berguna bagi pengguna. Karena sensor dapat mengubah energi fisika seperti cahaya, tekanan, gerakan, suhu, atau energi fisik lainnya menjadi sinyal atau hambatan listrik, sensor pada dasarnya dapat diklasifikasikan sebagai transduser *input* (yang pada gilirannya diubah menjadi sinyal tegangan atau listrik). Dalam perancangan alat ini sensor yang digunakan yaitu sensor tegangan untuk mendeteksi tegangan dari catu daya.

2.6.1 Klasifikasi Jenis-Jenis Sensor

Sensor yang digunakan dalam perangkat elektronik pada dasarnya dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu :

1. Sensor Pasif dan Sensor Aktif
2. Sensor Analog dan Sensor Digital

Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai kedua klasifikasi sensor pasif dan sensor aktif tersebut :

1. Sensor Pasif

Sensor pasif adalah sensor yang menghasilkan sinyal keluaran tanpa memerlukan sumber daya eksternal. Misalnya termokopel (*Thermocouple*) menghasilkan nilai tegangan berdasarkan panas atau suhu yang diterimanya.

2. Sensor Aktif

Sensor Aktif adalah jenis sensor yang memerlukan sumber daya eksternal untuk dapat bekerja. Sifat fisik Sensor Aktif bermacam-macam sehubungan dengan efek eksternal yang diberikannya.

Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai kedua klasifikasi sensor analog dan sensor digital tersebut.

1. Sensor Analog

Sensor Analog adalah sensor yang menghasilkan sinyal keluaran yang berkelanjutan. Sinyal keluaran berkelanjutan yang dihasilkan oleh sensor analog tersebut sebanding dengan pengukuran. ada beberapa parameter sensor Analog ini diantaranya suhu, tegangan, tekanan, pergerakan dan lain-lainnya.

2. Sensor Digital

Sensor Digital adalah sensor yang menghasilkan sinyal keluaran diskrit. Sinyal diskrit akan tidak berkelanjutan dengan waktu dan dapat direpresentasikan dalam "bit". sensor digital terdiri dari sensor, kabel dan pemancar. Sinyal yang diukur akan diwakili dalam bentuk digital. Keluaran digital dalam bentuk Logika 1 atau logika 0 (ON atau OFF). Sinyal fisik yang diterimanya akan diubah menjadi sinyal digital di dalam sensor itu sendiri tanpa komponen eksternal.

2.6.2 Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah modul pembagi tegangan yang digunakan untuk mengubah tegangan yang akan diukur agar dapat disuplai ke pin pengontrol yang sudah memiliki analog-to-digital converter (ADC). Prinsip pengoperasian module sensor tegangan yang digunakan didasarkan pada prinsip penekanan tahanan, yaitu dapat menurunkan tegangan *input* hingga 5 kali tegangan aslinya, sehingga sensor hanya dapat membaca tegangan maksimum sebesar 25V. pada alat yang dirancang sensor tegangan digunakan untuk mendeteksi tegangan pada catu daya. Module sensor tegangan dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut.



Gambar 2. 10 Module Sensor Tegangan

(Sumber: <https://electricityofdream.blogspot.com/2016/09/tutorial-mengukur-tegangan-dengan-modul.html>)

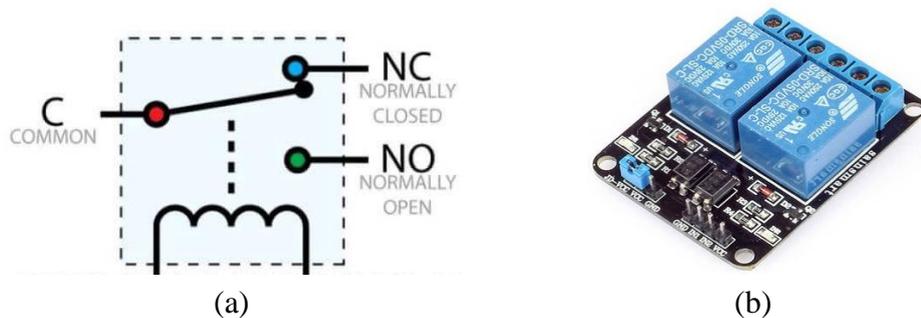
Fitur-fitur dan kelebihanannya:

1. Variasi Tegangan masukan: DC 0 - 25 V
2. Deteksi tegangan dengan jangkauan: DC 0.02445 V - 25 V
3. Tegangan resolusi analog: 0,00489 V
4. Tegangan DC masukan antarmuka: terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND
5. Output Interface: "+" Koneksi 5 / 3.3V, "-" terhubung GND, "s"
6. DC antarmuka masukan: red terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND

2.7 Relay

Relay adalah suatu komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Pada prinsipnya, relay adalah sakelar tuas dengan kawat yang dililitkan ke besi (elektromagnetik) di dekatnya. Ketika arus berhenti gaya magnet menghilang, tuas kembali ke posisi semula dan kontak sakelar terbuka lagi. Relay pada umumnya digunakan untuk mengendalikan arus/tegangan besar (misalnya peralatan listrik 4A/AC 220V) dengan menggunakan arus/tegangan kecil (misalnya 0,1A/12 volt DC).

Relay adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetik. Jika sebuah konduktor dialiri arus listrik, medan magnet akan muncul di sekitar konduktor. Kemudian, medan magnet yang dihasilkan oleh arus diinduksi dalam logam feromagnetik. Simbol dan bentuk module relay dapat dilihat pada gambar 2.11 berikut.



Gambar 2. 11 (a) Simbol Relay (b) Module Relay
(Sumber : <https://sunupradana.info/tkr/2017/07/15/modul-dua-relay/>)

Adapun spesifikasi dari module relay sebagai berikut :

1. Menggunakan tegangan rendah 5V, sehingga dapat langsung dihubungkan pada sistem mikrokontroler.
2. Tipe relay adalah SPDT (*Single Pole Double Throw*): 1 COMMON, 1 NC (*Normally Close*), dan 1 NO (*Normally Open*).
3. Memiliki daya tahan sampai dengan 10A.
4. Pin pengendali dapat dihubungkan dengan port mikrokontroler mana saja, sehingga membuat pemrogram dapat leluasa menentukan pin mikrokontroler yang digunakan sebagai pengendali.
5. Dilengkapi rangkaian penggerak (driver) relay dengan level tegangan TTL sehingga dapat langsung dikendalikan oleh mikrokontroler.

6. Driver bertipe “*active high*” atau kumparan relay akan aktif saat pin pengendali diberi logika “1”.
7. Driver dilengkapi rangkaian peredam GGL induksi sehingga tidak akan membuat reset sistem mikrokontroler.

2.7.1 Prinsip Kerja Relay

Prinsip kerja relay sama dengan kontraktor magnet berdasarkan kemagnetan yang dihasilkan oleh kumparan, jika kumparan diberikan daya. Berdasarkan sumber daya *inputnya*, relay dibedakan menjadi 2 jenis yaitu Relay DC dan Relay AC, besarnya tegangan DC yang diberikan pada kumparan relay berbeda-beda tergantung besar kecilnya yang tertulis pada badan relay diantaranya relay dengan tegangan 6 volt, 12 volt, 24 volt, 48 volt, sedangkan tegangan AC 220 volt.

Relay terdiri dari *coil* dan *contact*, *coil* adalah kumparan yang menerima arus, dan *contact* adalah jenis saklar yang gerakannya bergantung pada ada tidaknya arus pada kumparan. Ada 2 jenis kontak pertama *normally open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*) dan yang kedua *normally close* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*)[13].

Secara sederhana prinsip kerja dari relay yaitu ketika *coil* atau kumparan mendapat listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup. ilustrasi prinsip kerja relay dapat dilihat pada gambar 2.12 berikut.

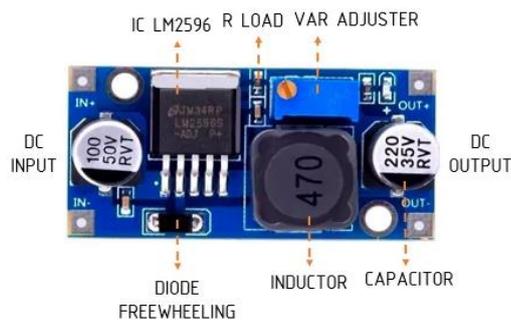


Gambar 2. 12 Prinsip Kerja Relay

(Sumber : <https://www.listrik-praktis.com/2018/05/cara-kerja-relay-komponen-dan-fungsinya.html>)

2.8 Step-down LM2596

Step Down LM2596 merupakan Konverter penurun tegangan yg mengkonversikan tegangan masukan DC sebagai tegangan DC. Modul *step down* ini menggunakan IC LM2596. Disini IC LM2596 merupakan rangkaian terintegrasi yang bekerja sebagai *step down* DC converter dengan arus maksimal 3A. Ada beberapa versi dari seri IC ini, yang dapat dibagi menjadi dua kelompok Yaitu, pertama versi yang dapat disesuaikan dengan tegangan keluaran yang dapat disesuaikan dan yang kedua versi tegangan masukan tetap dengan tegangan keluaran yang tetap. Module ini menggunakan seri IC *adjustable* yang tegangan keluarannya dapat diatur. Kelebihan module *step-down* LM2596 dibandingkan resistor/potensiometer adalah tegangan keluaran tidak berubah (stabil) seiring dengan kenaikan dan penurunan tegangan masukan. Bentuk fisik module *step down* LM2596 dapat dilihat pada gambar 2.13 berikut.



Gambar 2. 13 Module *Step-Down* LM2596

(Sumber : <https://rangkaianelektronika.info/fungsi-lm2596-serta-contohnya-sebagai-ic-variable-power-supply/>)

Berikut ini spesifikasi dari module *step-down* LM2596.

Tabel 2.2 Spesifikasi module *step- down* LM2596

Tegangan <i>input</i>	3.2-46V DC
Tegangan <i>output</i>	1.25-35V DC
Selisih <i>input output</i>	Minimal 1.5V DC
Arus	Maksimal 3A
Efisiensi <i>step down</i>	92%
<i>Output ripple</i>	30mV
<i>Switching frequency</i>	65KHz
<i>operating Temperature</i>	-45 - 85 C
Dimensi	43 x 21 x 14 mm

2.9 Adaptor Power Supply

Adaptor *Power Supply* adalah alat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan yang besar menjadi tegangan yang lebih kecil, atau rangkaian yang mengubah arus bolak-balik (*alternating current*) menjadi arus searah (*direct current*) [14]. Adaptor *power supply* merupakan komponen penting dari peralatan elektronik. Adaptor digunakan untuk menurunkan tegangan AC dari 220 volt menjadi kecil antara 3 volt sampai 12 volt DC sesuai kebutuhan alat elektronika. Ada 2 jenis adaptor berdasarkan sistem kerjanya, yaitu adaptor sistem trafo *step-down* dan adaptor sistem *switching*.

Pada prinsipnya dua sistem adaptor tersebut berbeda, adaptor *step-down* menggunakan teknologi induksi magnet. Komponen utama adalah kawat yang dililitkan di sekitar inti besi dan terdapat 2 gulungan yaitu, kumparan primer dan kumparan sekunder. Fenomena induksi terjadi pada konduktor, sehingga gaya magnet bekerja pada inti besi yang menghasilkan belitan sekunder. Sedangkan sistem *switching* menggunakan teknik transistor maupun IC *switching*, adaptor ini lebih baik dari adaptor induktif. Tegangan keluaran lebih stabil dan komponen tidak *overheat*, sehingga mengurangi resiko kerusakan akibat panas berlebih. Umumnya adaptor ini digunakan pada elektronik digital. bentuk adaptor *power supply* dapat dilihat pada gambar 2.14 berikut.

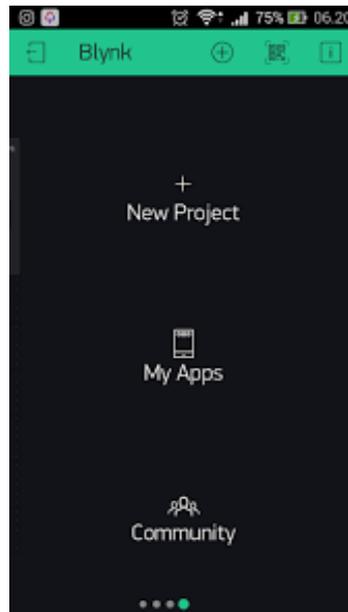


Gambar 2. 14 Adaptor *Power Supply*

(Sumber : <http://www.jogjarobotika.com/76-adaptor-powersupply-switching>)

2.10 Aplikasi Blynk

Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi, dan sejenisnya melalui Internet[15]. Blynk dibangun untuk *Internet of Things* (IoT) agar dapat mengontrol perangkat keras dari jarak jauh, menampilkan data sensor, menyimpan data, memvisualisasikan, dan melakukan banyak hal hebat lainnya. Ada tiga komponen utama dalam platform, yaitu Blynk App, Blynk Server, dan Blynk Library. Blynk Server digunakan untuk menangani semua komunikasi antara *smartphone* dan perangkat keras. Utilitas tersedia di Blynk yaitu *Button*, *Value Display*, *History Graph*, *Twitter*, dan *Email*. Blynk tidak terikat dengan beberapa jenis mikrokontroler namun harus didukung oleh perangkat keras yang dipilih. tampilan aplikasi blynk dapat dilihat pada gambar 2.15 berikut.



Gambar 2. 15 Tampilan Aplikasi Blynk

(Sumber : <https://electrical-hobby.blogspot.com/2019/09/cara-mengendalikan-relay-memakai-esp32.html>)