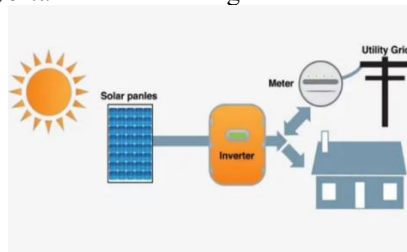


BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Hybrid

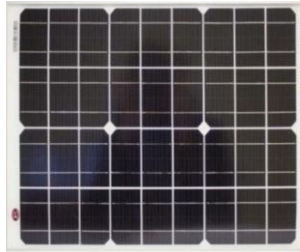
Secara umum sistem *hybrid* merupakan penggunaan sumber energi listrik sebanyak dua atau lebih dengan sumber energi listrik yang berbeda. Pada dasarnya tujuan utama sistem *hybrid* adalah melakukan penggabungan dua atau lebih sumber energi listrik untuk dapat saling menutupi kekurangan dan kelemahan masing-masing sumber listrik sehingga dapat mensuplai beban dengan baik [6]. Sumber energi listrik yang umumnya sering digunakan untuk sistem *hybrid* adalah Perusahaan Listrik Negara (PLN), generator, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Sistem *hybrid* ini dapat berupa sistem *hybrid* antara PLN-generator, PLN-PLTS dan lain-lain [7]. Pada Gambar 2.1 merupakan gambar sistem *hybrid* antara PLN dengan PLTS [8].



Gambar 2.1 Sistem *Hybrid*.

2.2 Panel Surya

Panel surya atau *photovoltaic* merupakan peralatan yang berfungsi untuk mengonversi cahaya matahari menjadi energi listrik [9]. Pada panel surya terdapat beberapa sel surya disusun sedemikian rupa sehingga dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik arus searah. Arus listrik searah yang dihasilkan oleh panel surya kemudian akan disimpan pada baterai yang digunakan sebagai cadangan energi listrik. Sel surya pada panel surya terdiri dari sambungan bahan semikonduktor tipe P dan N, dan jika terkena cahaya matahari akan terjadi aliran elektron, aliran elektron ini disebut dengan aliran arus listrik [10]. Pada Gambar 2.2 merupakan gambar panel surya [10]. Spesifikasi panel surya yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Gambar 2.2 Panel Surya.

Tabel 2.1 Spesifikasi Panel Surya

Keterangan	Spesifikasi
<i>Max Power</i>	50 W
<i>Max Power Voltage</i>	18,24 V
<i>Max Power Current</i>	2,75 A
<i>Open Circuit Voltage</i>	21,8 V
<i>Short Circuit Current</i>	2.87 A
<i>Net Weight</i>	2.5 KGS

2.3 Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller atau SCC merupakan alat yang digunakan untuk mengontrol dan mengatur pengisian muatan listrik arus searah yang akan diisi ke baterai agar baterai tidak mengalami *overcharging* serta tidak kelebihan tegangan dari panel surya yang dapat mengakibatkan mengurangi umur baterai. Pada SCC terdapat beberapa *input* dan *output* yaitu 1 *input* terdiri dari dua terminal yang terhubung dengan output panel surya, 1 *output* dengan dua terminal yang terhubung dengan baterai, dan 1 *output* dengan dua terminal yang terhubung ke beban ^[11]. Umumnya jenis solar charge controller yang banyak digunakan adalah jenis *pulse width modulation* (PWM) dan *maximum power point tracking* (MPPT) ^[12]. Pada Gambar 2.3 merupakan gambar *solar charge controller* ^[13]. Spesifikasi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.2.



Gambar 2.3 Solar Charge Controller

Tabel 2.2 Spesifikasi Solar Charge Controller

Keterangan	Spesifikasi
Beban <i>Max</i>	10 A
Beban <i>Max Input</i>	42 V
<i>Float Charge</i>	13,8 V
<i>Float Voltage</i>	12 V
<i>Charge Disconnect</i>	11,2 V

2.4 Baterai

Baterai adalah sumber energi listrik yang didalamnya terdapat proses elektro kimia yang *reversible*, yaitu proses pengubahan energi kimia kemudian disimpan menjadi energi listrik. Fungsi utama baterai digunakan untuk menyimpan energi listrik yang didapat dari panel surya [14]. Jenis baterai yang sering digunakan dalam sehari-hari adalah baterai primer (sekali pakai) dan baterai sekunder (dapat diisi ulang atau *rechargeable battery*) [15]. Tipe baterai yang digunakan pada tugas akhir ini adalah baterai *sealed lead acid* atau sering disebut SLA, baterai ini merupakan baterai isi ulang yang memiliki elektrolit asam sulfat yang mengental sehingga tidak tumpah ketika baterai diposisikan terbalik [16]. Pada Gambar 2.4 merupakan gambar baterai [17]. Spesifikasi baterai yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.3.



Gambar 2.4 Baterai

Tabel 2.3 Spesifikasi Baterai

Keterangan	Spesifikasi
Merk	Kaneda
Kapasitas	12 V 12 Ah
<i>Charging Intruccion</i>	AT25.C
<i>Voltage Regulation</i>	13,5 – 13,8 V (<i>Stand by Use</i>), 14,4 – 14,7 V (<i>Cyclic Use</i>)
<i>Charge Disconnect</i>	11,2 V

2.5 Miniature Circuit Breaker (MCB)

MCB atau *Miniature Circuit Breaker* adalah alat elektronik yang berfungsi sebagai pengaman arus berlebih dan pembatas arus dimana jika terdapat arus mengalir melebihi besar kapasitas, maka MCB akan otomatis memutus arus yang mengalir ^[18]. MCB bekerja berdasarkan unsur panas (bimetal), yaitu ketika terjadi arus lebih pada bimetal akan panas dan mengakibatkan bimetal menjadi lentur dan memutus kontak MCB. MCB memiliki dua jenis yaitu MCB AC dan MCB DC ^[19]. Merk MCB yang banyak dijumpai dipasaran diantaranya seperti Schneider, Chint, ABB dan lainnya ^[20]. Pada Gambar 2.5 merupakan gambar *Main Circuit Breaker* (MCB) ^[20]. Spesifikasi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Gambar 2.5 *Main Circuit Breaker*.

Tabel 2.4 Spesifikasi MCB

Keterangan	Spesifikasi
Merk	Tomzn
Standard	IEC60898
<i>Rated Current</i>	6 A
<i>Rated Voltage</i>	125 VDC

2.6 Relay

Relay merupakan komponen elektronika yang berupa saklar elektrik yang dapat digerakan oleh arus listrik. *Relay* terdiri dari dua bagian utama yaitu elektromagnetik dan mekanikal. Selain bagian utama *relay* memiliki kumparan yang dililitkan pada sebuah inti, dan terdapat besi yang akan tertarik ke inti ketika terdapat arus yang mengalir melewati kumparan [21]. *Relay* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *relay* VDC 8 Pin. Pada Gambar 2.6 merupakan gambar *relay* 12 VDC [22]. Spesifikasi *relay* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.5.



Gambar 2.6 *Relay*.

Tabel 2.5 Spesifikasi *Relay*

Keterangan	Spesifikasi
Merk	Omron
Type	MK2P
Ampere	10 A
Tegangan Kerja	12 V
Kontak	NO dan NC
Pin	8 Kaki

2.7 Stepdown DC

Stepdown DC atau penurun tegangan DC merupakan komponen elektronika yang dapat menurunkan tegangan tinggi dengan arus rendah ke tegangan rendah dengan arus tinggi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan sehingga dapat mensuplai kebutuhan alat elektronika yang menggunakan tegangan DC [23]. Pada Gambar 2.7 merupakan gambar stepdown [24]. Spesifikasi stepdown yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.6.



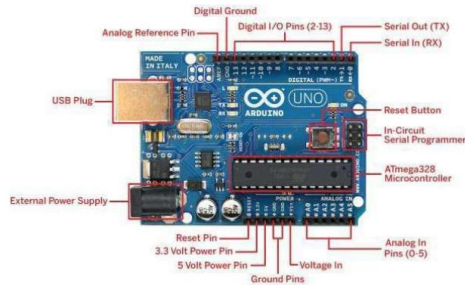
Gambar 2.7 Stepdown

Tabel 2.6 Spesifikasi Stepdown

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan <i>Input</i>	5 – 40 VDC
Tegangan <i>Output</i>	1,2 – 35 VDC
Arus <i>Output</i> Maksimal	12 A
Constant current range	0,2 – 12 A
<i>Output Power</i>	Max. 300W
Indikator Merah	Status <i>Charging</i> / CC CV
Indikator Hijau	Status <i>Full Charged</i> / No load
Dimensi	6,5 cm x 4,8 cm x 2,4 cm

2.8 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan mikrokontroler yang menggunakan Atmega328 (*datasheet*). Kata uno diambil dari bahasa Italia yang artinya satu. Sesuai dengan namanya, arduino tipe ini merupakan produk versi 1.0 dan berkelanjutan dengan versi setelahnya. Arduino Uno memiliki 14 *input* terdiri dari 6 pin *input* untuk pin digital (PWM) dan 6 pin *input* untuk pin analog. Selain pin *input* terdapat beberapa bagian dari Arduino Uno diantaranya *crystal* 16 Mhz, koneksi USB (*Universal Serial Bus*), *jack power* 5 volt, tombol reset dan pin ICSP (*In Circuit Serial Programming*). Dari 14 pin digital Arduino Uno setiap pin dapat digunakan sebagai *input* dan *output* dengan menggunakan fungsi seperti *pinMode*, *digitalWrite*, dan *digitalRead*. Fungsi tersebut akan bekerja pada tegangan 5 volt, setiap pin dapat memberi dan menerima arus maksimum sebesar 40mA ^[25]. Pada Gambar 2.8 merupakan gambar Arduino Uno ^[26]. Spesifikasi Arduino Uno dapat dilihat pada Tabel 2.7 ^[27].



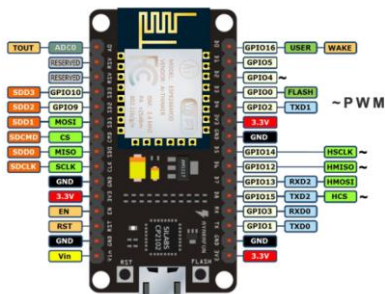
Gambar 2.8 Arduino Uno

Tabel 2.7 Spesifikasi Arduino Uno

Keterangan	Spesifikasi
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Kerja	5 VDC
Tegangan Input	7-12 VDC
Pin I/O Digital	14 pin dengan 6 pin PWM
Input Analog	6 buah
Arus per I/O	40 mA
Memori Flash	32 Kb
SRAM	2 Kb
EEPROM	1 Kb
Clock Speed	16 Mhz

2.9 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah perangkat yang dapat terhubung dengan jaringan WiFi untuk mengirim data ke berbagai website yang dapat diakses oleh ESP8266. Umumnya penggunaan ESP8266 dimanfaatkan untuk sistem *Internet of Things* (IoT) yang bersifat *opensource*. NodeMCU ESP8266 mengalami 3 kali upgrade ^[28]. pada penelitian ini NodeMCU ESP8266 digunakan untuk menerima data dari Arduino Uno yang kemudian akan dikirim ke Firebase agar dapat ditampilkan pada aplikasi Android. Pada Gambar 2.9 merupakan gambar *pinout* ESP8266 ^[29]. Spesifikasi ESP8266 dapat dilihat pada Tabel 2.8 ^[28].



Gambar 2.9 NodeMCU ESP8266

Tabel 2.8 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan Input	3,3 ~ 5V
GPIO	17 Pin
Flash Memory	16 MB
RAM	32KB+80KB
Konsumsi daya	10 μ A~170mA
Frekuensi	2,4 GHz – 22.5 GHz
USB Port	Micro USB
WiFi	IEEE 802.11b/g/n
Kanal PWM	10 Kanal
USB Chip	CH340G
Clock Speed	40/26/24 MHz

2.10 RTC DS3231

RTC DS3231 adalah jenis modul yang berfungsi sebagai RTC (*Real Time Clock*) atau pewaktu digital sekaligus terdapat fitur untuk mengukur suhu. Pada modul RTC DS3231 terdapat IC *EEPROM* tipe AT24C32 sebesar 32Kb yang dapat menyimpan data. Antarmuka yang digunakan untuk mengakses modul RTC ini yaitu menggunakan I2C (SDA dan SCL). Modul RTC ini tersedia baterai CR2032 dengan tegangan 3V yang berfungsi untuk *back up* RTC apabila sumber listrik utama mati. RTC DS3231 tidak memerlukan kristal eksternal dikarenakan memiliki kristal terintegrasi, selain itu modul ini memiliki sensor suhu, dua alarm waktu terprogram dan pin output 32.768 KHz ^[26]. Pada Gambar

2.10 merupakan gambar RTC [30]. Spesifikasi RTC DS3231 dapat dilihat pada Tabel 2.9 [31].



Gambar 2.10 Real Time Clock

Tabel 2.9 Spesifikasi RTC DS3231

Keterangan		Spesifikasi
Kemampuan Menyimpan Waktu Valid		Hingga Tahun 2100
Sensor Temperatur Digital		$\pm 3^{\circ}\text{C}$
Baterai Backup		3 VDC
Tegangan Kerja		3.3 – 5.5 VDC
Antarmuka		I2C (SDA dan SCL)
Kecepatan Transmisi Maksimal		400 kHz (<i>operating voltage 5V</i>)

2.11 Sensor Tegangan DC

Sensor tegangan adalah instrumen yang dapat mengukur tegangan DC (*Direct Current*) atau arus searah. Rangkaian pada sensor tegangan merupakan rangkaian pembagi tegangan yang sederhana dan dapat mengubah tegangan tinggi ke tegangan yang rendah. Rangkaian pembagi tegangan pada sensor tegangan DC terdiri dari dua buah resistor bernilai R_1 $30\text{K}\Omega$ dan R_2 $7\text{K}5\Omega$ yang dirangkain secara seri dengan input tegangan, sehingga didapat tegangan output yang dihasilkan dari perhitungan tegangan input [32]. Pada Gambar 2.11 merupakan gambar sensor tegangan DC [16]. Spesifikasi sensor untuk membaca tegangan keluaran dari panel surya dapat dilihat pada Tabel 2.10 [33].



Gambar 2.11 Sensor Tegangan DC

Tabel 2.10 Spesifikasi Sensor Tegangan

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan Input	0 – 25V
Tegangan Jangkauan	0.02445 - 25V
Tegangan Analog	0.00489 V

2.12 Sensor ACS712

Sensor ACS712 adalah sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Modul sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus DC (*Direct Current*) atau AC (*Alternating Current*) dengan dilengkapi rangkaian penguat operasional sehingga meningkat untuk melakukan pengukuran arus dan dapat mengukur arus kecil ^[33]. Pada Gambar 2.12 merupakan gambar sensor arus ACS712 ^[33]. Spesifikasi sensor ACS712 yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.11 ^[33].



Gambar 2.12 Sensor Arus ACS712

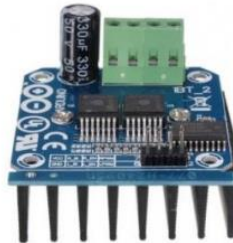
Tabel 2.11 Spesifikasi Sensor ACS712

Keterangan	Spesifikasi
Waktu kenaikan perubahan	5 μ s
Frekuensi	80 KHz
Total Kesalahan Output	1.5 %
Resistansi Konduktor Internal	1.2 m Ω

Tegangan Isolasi	2.1 KVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8
Sensitivitas <i>Output</i>	185 mV/A
Kapasitas Pengukuran Arus DC atau AC	5 A

2.13 Motor Driver BTS7960

Motor driver merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengendalikan motor DC. Pada tugas akhir ini motor driver yang digunakan adalah motor driver BTS7960. BTS7960 memiliki optoisolator dan *H-bridge* sebagai rangkaian komponen utama pada BTS7960. Rangkaian optoisolator berfungsi untuk menghasilkan PWM dan memisahkan *input* tegangan DC dengan *input* tegangan mikrokontroler. Rangkaian *H-bridge* dapat mengontrol pergerakan maju dan mundur motor DC. BTS7960 dapat disuplai menggunakan *input* tegangan sebesar 5.5 VDC yang terhubung ke mikrokontroler dan 12 VDC yang terhubung ke baterai ^[34]. Pada Gambar 2.13 merupakan gambar motor driver BTS7960 ^[34]. Spesifikasi BTS7960 dapat dilihat pada Tabel 2.12 ^[33].



Gambar 2.13 Motor Driver BTS7960

Tabel 2.12 Spesifikasi Motor Driver BTS 9760

Keterangan	Spesifikasi
Resistansi	16M Ω
Arus Rendah Diam	7 μ A
PWM	25 kHz
Arus Maksimum	43 A
Tegangan Mikrokontroler	5 VDC
Tegangan Suplai	5.5 – 27 VDC

2.14 Motor Power Window

Motor *power window* merupakan motor DC yang menggunakan sistem *close loop* yaitu posisi motor diinformasikan kembali ke rangkaian yang terdapat pada motor *power window*. Motor *power window* dapat dikontrol menggunakan motor driver yang sudah di program pada *software* arduino, setelah di program motor driver akan bekerja sesuai dengan program yang sudah buat untuk mengontrol motor *power window* [35]. Penggunaan motor *power window* pada penelitian ini untuk menggerakkan panel surya otomatis. Pada Gambar 2.14 merupakan gambar motor *power window* [36]. Spesifikasi dari motor *power window* dilihat pada Tabel 2.13.



Gambar 2.14 Motor Power Window

Tabel 2.13 Spesifikasi Motor Power Window

Keterangan		Spesifikasi
Tegangan		14,5 V
Resistansi		0,15 Ω
Kunci	Torsi	9,3 Nm
	Arus	Max. 22 A
Rating	Torsi	3 Nm
	Kecepatan Rotasi	60 rpm
	Arus	Max. 12 A
Maksimal Keluaran Output		23 W