

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State Of The Art (SOTA)*

Penelitian sebelumnya berfungsi untuk analisa dan memperkaya pembahasan penelitian, serta membedakannya dengan penelitian yang sedang dilakukan. Dalam penelitian ini disertakan beberapa jurnal internasional penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu. Diantaranya adalah:

Tabel 2. 1 *State Of The Art (SOTA)*

No	Judul	Aspek Yang Diteliti	Hasil
1	Penelitian dengan judul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Hybride (Tenaga Surya Dan Tenaga Angin) Dengan Kapasitas 20 W” Diambil dari Sukma Teknika, diteliti oleh Yuda Agus Tri Sistiawan, Pamor Gunoto, pada tahun 2019 di Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan.	Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan dengan cara mengukur kecepatan angin dengan menggunakan alat ukur yaitu anemometer. Terdapat juga beberapa parameter yang diukur, dimana yang diukur yaitu tegangan pada pembangkit listrik tenaga angin dengan menggunakan sumbu horizontal dan tegangan, arus pada panel surya dengan kapasitas 20 wp dengan alat ukur multimeter dan untuk menghasilkan energi listrik dari energi angin dan energi matahari.	Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan pengukuran kecepatan angin diperoleh 3,4 m/s menghasilkan tegangan sebesar 0,9V dan kecepatan angin tertinggi 4 m/s menghasilkan tegangan sebesar 2,7V. Sedangkan untuh hasil panel surya dengan kapasitas 20 wp, pada jam 6.00 tegangan pada panel surya yaitu 8V dan arus yang dihasilkan 0,1 pada jam 12.00 sampe jam 13.00 tagangan pada panel surya menghasilkan 20,3V dikarnakan cuaca cerah dan menghasilkan arus sebesar 1,08[7].

2	<p>Penelitian dengan judul “Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin Dan Surya Dengan Penggerak Otomatis Pada Panel Surya” Diambil dari Jurnal EKSERGI Jurnal Teknik Energi, diteliti oleh Diana Hidayanti, Galih Dewangga, Prakash Yoreniko M.P, Ineke Sarita, F. Gatot Sumarno, Wiwik Purwati W pada tahun 2019 di jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.</p>	<p>Penelitian ini meneliti dan membuat alat untuk mengetahui efisiensi apabila PLTB dan PLTS digabungkan atau yang biasa disebut Pembangkit Hybrid. Mengkaji secara eksperimental kinerja Pembangkit hybrid dengan pemasangan mikrokontroller untuk penggerak panel surya. Untuk mengetahui parameter-parameter yang dihasilkan Anemometer, Tachometer, Hygrometer, Multimeter Dan Amperemeter</p>	<p>Hasil dari pengujian yaitu penggunaan PLTH menghasilkan efisiensi yang lebih baik dibanding penggunaan PLTB maupun PLTS yang digunakan secara terpisah. Berdasarkan hasil pengujian pembangkit hybrid dengan pemberian kecepatan angin yang semakin besar nilainya maka efisiensi yang didapatkan semakin kecil dan dengan dipasangnya mikrokontroller pada panel surya, panel surya dapat menangkap energi matahari secara optimal. Semakin besar beban yang diberikan maka semakin besar efisiensi yang didapatkan[8].</p>
3	<p>Penelitian dengan judul “Kecepatan Minimal Turbin Angin Savonius Dua Tingkat Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Surya – Angin)” Diambil dari jurnal Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, diteliti oleh Fildza Sondia, Agung Fauzi Rahman, Alifian Firdaus Adji Arrazaq, dan Daniel Elgi Octavianto pada tahun 2021 di Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.</p>	<p>Penelitian ini menggunakan generator dc mini dengan jenis High RPM. Diameter poros dari generator ini sebesar 2 cm. Sedangkan daya yang dihasilkan dari generator ini tergantung pada putaran poros. Pada penelitian ini pengambilan data parameter dilakukan dengan cara mengukur kecepatan angin menggunakan alat ukur menggunakan anemometer, terdapat juga beberapa parameter yang dimana yang diukur yaitu tegangan pengisian dan arus pengisian dengan alat ukur Volt-Ampere Meter.</p>	<p>Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan pengukuran kecepatan angin diperoleh dari 0,8 m/s dan belum menghasilkan tegangan sampai kecepatan angin maksimal diperoleh 5 m/s dengan menghasilkan tegangan 2,6 V. jadi Kcepatan minimal yang dibutuhkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid dengan turbin savonius adalah 1m/s. Jika kecepatan yang digunakan di bawah angka tersebut, PLTB dengan turbin savonius ini tidak akan</p>

			bekerja secara optimal[9].
--	--	--	----------------------------

2.2 Turbin Angin

Turbin angin adalah sebuah perangkat mekanik yang memanfaatkan energi kinetik dari angin yang bergerak secara cepat dan mengubahnya menjadi energi listrik. Pada saat angin bertiup, angin disertai dengan energi kinetik (energi gerak) yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan suatu pekerjaan. Contoh, perahu layar memanfaatkan tenaga angin untuk mendorongnya bergerak di air. Angin yang berhembus dapat diubah menjadi energi listrik dengan seperangkat alat pembangkit energi angin pada turbin angin

Dalam beberapa dekade terakhir ini, kekhawatiran akan habisnya energi fosil telah mendorong pengembangan dan penggunaan turbin angin secara meluas dalam mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat dengan prinsip konversi energi. Prinsip dasar Turbin Angin adalah mengkonversi tenaga mekanik dari putaran kincir menjadi energi listrik dengan induksi magnetik. Putaran kincir dapat terjadi dengan efektif dengan mengaplikasikan dasar teori aerodinamika pada desain batang kincir (blade). Ketersediaan angin dengan kecepatan yang memadai menjadi faktor utama dalam implementasi teknologi Turbin Angin.

Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) atau Turbin angin Sumbu Vertikal (TASV) adalah turbin angin yang sumbu rotasi rotornya tegak lurus terhadap tanah dan juga tegak lurus terhadap arah angin[10].

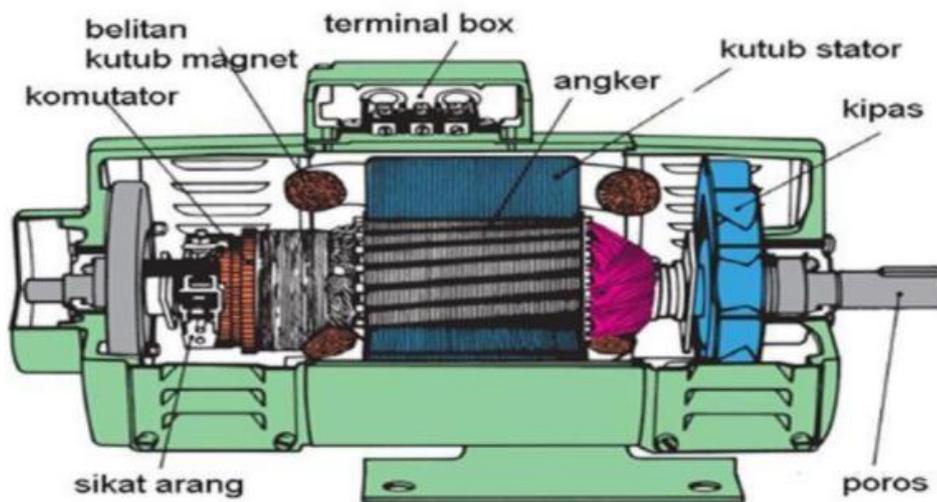


Gambar 2. 1 Vertical Axis Wind Turbine

(Sumber: Vertical Wind Turbine Generator 600w 12v 24v 48v 3 Phase With 3 blade – Nordic Grizzly)

2.3 Generator DC

Generator DC adalah generator yang menghasilkan arus searah. Prinsip kerja generator DC sama dengan generator AC. Namun, pada generator DC arah arus induksinya tidak berubah. Hal ini disebabkan cincin yang digunakan pada generator DC berupa cincin belah (komutator). Komutator menyebabkan terjadinya komutasi, peristiwa komutasi merubah arus yang dihasilkan generator menjadi searah[11].



Gambar 2. 2 Konstruksi Generator DC

Sumber: (<https://www.unboxing.eu.org/2013/08/generator-dc.html>)

Gambar generator dc diatas terdapat beberapa bagian dan komponen yang harus diperhatikan. Berikut ini adalah bagian penyusun dari generator dc yaitu:

a) Stator

Stator adalah bagian mesin DC yang diam. Bagian stator terdiri dari:

1) Rangka/body generator

Rangka generator digunakan mengalirnya fluks magnet yang di hasilkan kutub-kutub magnet, karena itu badan generator dibuat dari bahan ferromagnetic. Selain itu dapat digunakan sebagai tempat penyangga rotor dan tempat untuk meletakkan bagian dalam generator.

2) Sikat arang

Fungsi dari sikat adalah untuk jembatan bagi aliran arus dari lilitan jangkar dengan beban. Disamping itu sikat memegang peranan penting untuk terjadinya komutasi. Agar gesekan antara komutator-komutator dan sikat tidak mengakibatkan ausnya komutator, maka sikat lebih lunak dari pada komutator. Sikat terbuat dari karbon, grafit, logam grafit, atau campuran karbongrafit, yang dilengkapi dengan pegas penekan dan kotak sikat. Besarnya tekanan pegas dapat diatur sesuai dengan keinginan. Permukaan sikat ditekan ke permukaan segmen komutator untuk menyalurkan arus listrik. Karbon yang ada diusahakan memiliki konduktivitas yang tinggi untuk mengurangi rugi-rugi listrik, dan koefisien gesekan yang rendah untuk mengurangi keausan.

3) Bearing

Bearing ini merupakan alat yang digunakan untuk menahan kondisi rotor dalam berputar. Bearing ini merupakan bagian penahan yang berputar dan terletak dibagian antara stator dan rotor.

b) Rotor

Rotor yaitu bagian mesin DC yang berputar. Bagian rotor terdiri dari:

a. Komutator

Sebagaimana diketahui komutator berfungsi sebagai penyearah mekanik, yaitu untuk mengumpulkan arus listrik induksi dari konduktor jangkar dan mengkonversikannya menjadi arus searah melalui sikat yang disebut komutasi. Agar menghasilkan penyearahan yang lebih baik maka komutator yang digunakan hendaknya dalam jumlah yang besar.

b. Belitan rotor/jangkar

Jangkar generator dc berbentuk silinder yang di beri alur alur pada permukaannya untuk tempat melilitkan kumparan kumparan tempat terbentuknya ggl induksi. Jangkar di buat dari bahan ferromagnetik, dengan maksud agar lilitan jangkar terletak dalam daerah yang induksi magnitnya besar, supaya ggl induksi yang terbentuk dapat bertambah besar.

2.3.1 Prinsip Kerja Generator DC

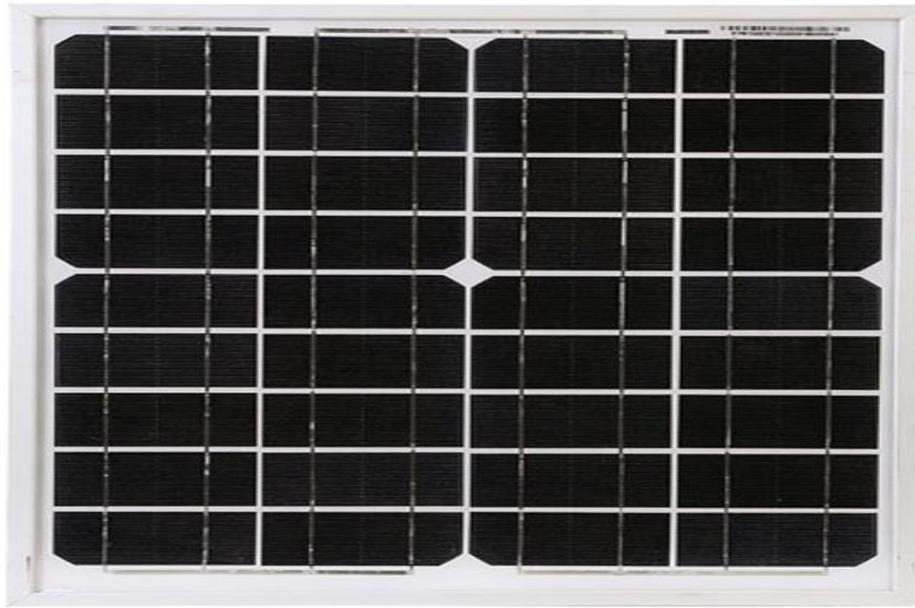
Prinsip kerja generator DC adalah dengan memanfaatkan efek elektromagnetik, yaitu dengan memutar sebuah konduktor dalam medan magnetik.

Secara umum, generator DC terdiri dari dua bagian utama, yaitu rotor dan stator. Rotor adalah bagian yang berputar dan terdiri dari medan magnet permanen atau elektromagnet. Stator adalah bagian yang diam dan berisi kumparan kawat yang terhubung ke sumber listrik eksternal.

Pada saat rotor berputar, medan magnet pada rotor akan memotong kumparan kawat pada stator. Hal ini akan menghasilkan tegangan listrik pada kumparan kawat. Jumlah tegangan listrik yang dihasilkan akan bergantung pada banyaknya medan magnet yang memotong kumparan kawat dalam satuan waktu, kecepatan rotasi rotor, serta jumlah dan ukuran kumparan kawat pada stator[12].

2.4 Solar Cell

Solar cell merupakan komponen semikonduktor yang dapat menghasilkan listrik arus searah (DC) dengan memanfaatkan energi matahari. Ketika solar cell menerima foton dari suatu sumber cahaya, maka elektron akan terlepas dari struktur atomnya. Elektron yang terlepas menjadi bebas bergerak di dalam bidang kristal sehingga terjadilah arus. Elektron adalah partikel sub atom yang bermuatan negatif, sehingga silikon paduan dalam hal ini disebut sebagai semikonduktor jenis N (negatif).



Gambar 2. 3 Solar Cell

(Sumber: <https://www.epcinter.co.th/product/130/solar-cell-30w>)

2.4.1 Prinsip Kerja Solar Cell

Secara umum struktur sel surya terdiri dari beberapa lapisan tipis yaitu lapisan elektroda belakang (back contact), lapisan absorber tipe-p, lapisan transparan tipe-n dan lapisan elektroda depan (front-contact). Untuk kerja dari sel surya ditunjukkan dengan memperhatikan parameter efisiensi. Untuk menunjukkan unjuk kerja sel surya, efisiensi tergantung pada spektrum dan intensitas pancaran cahaya matahari dan suhu sel surya. Oleh karena itu kondisi tersebut harus diperhatikan, jika ingin membandingkan unjuk kerja dari satu sel surya dengan sel surya lainnya. Sel surya yang digunakan untuk aplikasi terrestrial, diukur berdasarkan kondisi pada spektrum AM 1,5 pada suhu 250.



Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Solar Cell

(Sumber: <https://www.miraclewijaya.com/2019/11/bagaimanakah-prinsip-kerja-solar-cell.html>)

Cara kerja sel surya sendiri sebenarnya identik dengan pirantisemikonduktor diode, Ketika cahaya bersentuhan dengan sel surya dan diserap oleh bahan semikonduktor terjadi pelepasan elektron. Apabila elektron tersebut bisa menempuh perjalanan menuju bahan semikonduktor pada lapisan yang berbeda, terjadi perubahan sigma gaya-gaya pada bahan. Gaya tolakan antar bahan semikonduktor menyebabkan aliran medan listrik. Dan menyebabkan elektron dapat disalurkan ke saluran awal dan akhir untuk digunakan pada perabot listrik[13].

2.5 *Anemometer*

Anemometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur atau menentukan kecepatan angin. *Anemometer* merupakan salah satu instrument yang sering digunakan oleh Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika(BMKG). Kata *anemometer* berasal dari Bahasa Yunani *anemos* yang berarti angin, angin merupakan udara yang bergerak ke segala arah, angin bergerak dari suatu tempat menuju ke tempat yang lain. *Anemometer* ini pertama kali diperkenalkan oleh Leon Batista Alberti dari italia

pada tahun 1450. Anemometer harus ditempatkan di daerah terbuka. Pada saat tertiup angin, mangkok yang terdapat pada anemometer akan bergerak sesuai arah angin. Makin besar kecepatan angin meniup mangkok tersebut, makin cepat pula kecepatan berputarnya piringan mangkok tersebut, makin cepat pula kecepatan berputarnya piringan mangkok. Dari jumlah putaran dalam satu detik maka dapat diketahui kecepatan anginnya. Didalam anemometer terdapat alat pencacah yang akan menghitung kecepatan angin.



Gambar 2.5 Anemometer

(Sumber: <https://sea.banggood.com/Wind-Speed-Sensor-Anemometer-Three-Cups-Aluminium-Current-Voltage-Output-0-5V-p-1093558.html>)

Jenis anemometer yang biasa digunakan adalah anemometer mangkok dan baling-baling. *Anemomete* cup paling umum dan sering digunakan dikarenakan cara pembuatan yang mudah dan sederhana. Anemometer merupakan sensor angin untuk mengukur kecepatan angin di sekitarnya dan juga banyak digunakan pada stasiun pengukuran cuaca. Pengukuran kecepatan/RPM angin yang bisa digunakan ada beberapa metode yang digunakan, salah satunya menghitung waktu yang terjadi tiap munculnya sinyal pulsa, namun perhitungan yang diterapkan pada percobaan ini didasarkan atas konsep rotasi per menit, yakni menghitung jumlah rotasi yang dilakukan peralatan dalam satu menit, jumlah rotasi tersebut dapat diketahui dengan menghitung jumlah pulsa yang dibangkitkan oleh sensor. Agar di dapatkannya waktu pembacaan yang lebih cepat maka dapat dilakukan pengukuran dalam

waktu singkat namun di kompensasi dengan faktor pengali. Angin yang menerpa cupanemometer akan menggerakkan cup.

2.5.1 Prinsip Kerja *Anemometer*

Wind vane berupa sirip yang digunakan sebagai acuan dari mana arah angin datang. Pengukuran arah angin digunakan berupa sirip yang memiliki bentuk yang tidak simetris. Arah angin dibuat dari dua bagian pada bagian A mendapatkan tekanan angin lebih besar dari pada bagian B, karena bagian A memiliki penampang yang lebih besar dari bagian B. Wind vane berupa sirip yang digunakan sebagai acuan dari mana arah angin datang. Pengukuran arah angin digunakan berupa sirip yang memiliki bentuk yang tidak simetris. Arah angin dibuat dari dua bagian pada bagian A mendapatkan tekanan angin lebih besar dari pada bagian B, karena bagian A memiliki penampang yang lebih besar dari bagian B [14].

2.6 Sensor PZEM-017

PZEM-017 adalah modul komunikasi DC yang dapat mengukur daya DC hingga 300VDC dan pengukuran arus tunduk pada rentang pemasangan shunt eksternal 50A, 100A, 200A, dan 300A. Ini adalah modul yang terbuat dari Peacefair, merek China yang sangat terkenal dengan kualitas dan harga bagus yang mengkhususkan diri pada produk Metering. Modul ini dapat mengukur Tegangan, Arus, Daya dan Energi.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Modul *NodeMCUESP32*

Tegangan Kerja	2.7 V ~ 3.6 V (5VDC via port Micro USB)
Arus Kerja	80 mA (arus USB minimum : 500 mA)
USB Driver	CP2102
Wi-Fi Protocol	802.11n up to 150 Mbps
Frekuensi	2.4 GHz ~ 2.5 GHz
Bluetooth	BLE (Bluetooth Low Energy)
Clock	40 MHz
SRAM	512 KB
Pin	30 Pin antara lain: a. 26 GPIO b. 18 Analog-to-Digital Converter (ADC) channels c. 2 Digital-to-Analog Converter (DAC) d. 16 PWM output channels
Suhu Kerja	-40 ~ 125 °C
Dimensi	28.5 mm x 51.5 mm
Dual Cores 32 bit	

2.7 Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengatur arus tegangan DC yang masuk ke baterai agar tidak terjadinya overcharge atau pun ketidakstabilan tegangan yang masuk ke baterai, alat ini merupakan alat cas baterai yang digunakan khusus untuk Prototipe battery charge controller solar home system pada panel surya. Solar charge controller sebagai mengatur tegangan dan arus masuk ke dalam baterai agar baterai tetap aman dan awet, selain itu solar charge controller merupakan peranan penting dalam

suatu pengecasan baterai aki maupun pengaturan tegangan ke baterai dan tegangan beban. Sistem yang terdiri dari sel surya dibuat dengan konstruksi yang bersifat portable, baterai aki dan solar charge controller. Sel surya berfungsi mengkonversi energi cahaya matahari menjadi listrik melalui proses photovoltaic effect. Listrik yangdi hasilkan dari sel surya disimpan pada baterai aki. Solar charge controllerberfusngsi sebagai mengendalikan pengisian bateai agarproses pengeisian tersebut dapat memberi kondisi yang aman terhadap baterai aki.



Gambar 2. 6 Solar Charger Controller jenis PWM dan MPPT

(Sumber: <https://tdsolarshop.ca/collections/solar-charge-controller/products/30a-12-24v-pwm-charge-controller>)

Solar Charger Controller biasanya terdiri dari beberapa komponen seperti sensor arus, sensor tegangan, kontrol mikroprosesor, transistor switch, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Sensor arus dan tegangan digunakan untuk mendeteksi arus yang mengalir dari panel surya ke baterai dan tegangan pada baterai, sehingga dapat diatur dan diatur oleh kontrol mikroprosesor agar tetap dalam kondisi yang optimal. Transistor switch digunakan untuk mengatur arus yang mengalir dari panel surya ke baterai[17].

Tabel spesifikasi berikut adalah beberapa spesifikasi umum yang terdapat pada Solar Charger Controller:

Tabel 2. 3 Spesifikasi pada Solar Charger Controller

Spesifikasi	Deskripsi
-------------	-----------

Tegangan masukan	12V/24V/48V DC
Tegangan keluaran	12V/24V DC
Arus masukan	10A/20A/30A/40A/50A
Arus keluaran	10A/20A/30A/40A/50A
Sistem kontrol	Mikroprosesor
Tampilan	LCD
Proteksi	Overcharging, Undercharging, Overload, Short Circuit, Reverse Polarity
Koneksi	Terminal
Ukuran	Bervariasi tergantung merek dan model
Berat	Bervariasi tergantung merek dan model

2.7.1 Prinsip Kerja Solar Charger Controller

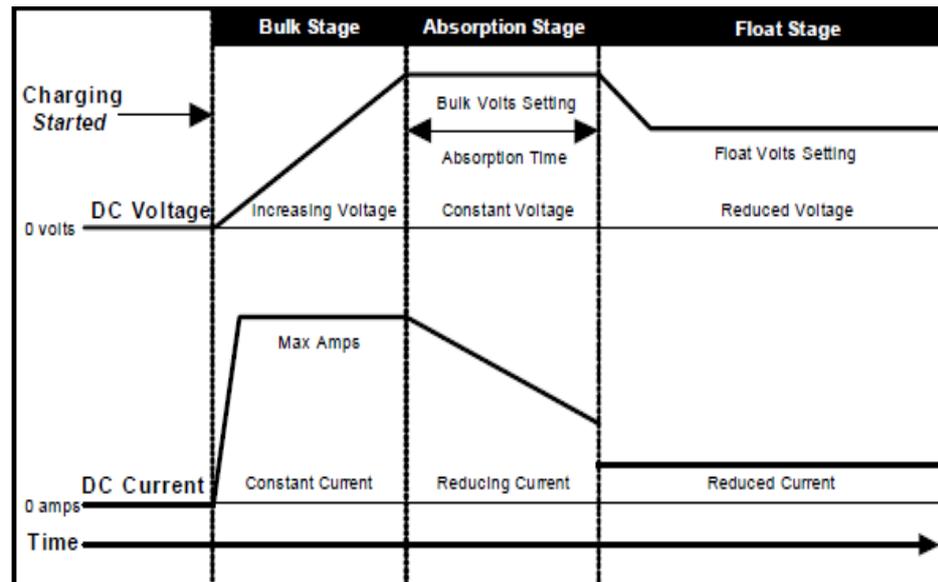
Solar charge controller, adalah komponen penting dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Solar charge controller berfungsi untuk:

1. Charging mode: Mengisi baterai (kapan baterai diisi, menjaga pengisian kalau baterai penuh).
2. Operation mode: Penggunaan baterai ke beban (pelayanan baterai ke beban diputus kalau baterai sudah mulai 'kosong').

Charging Mode Solar Charge Controller

Dalam charging mode, umumnya baterai diisi dengan metoda three stage charging:

1. 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 / solar cell. Pada saat baterai sudah pada tegangan setup (bulk) dimulailah fase absorption.
2. 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.



Gambar 2. 7 Prinsip Kerja Solar Charger Controller

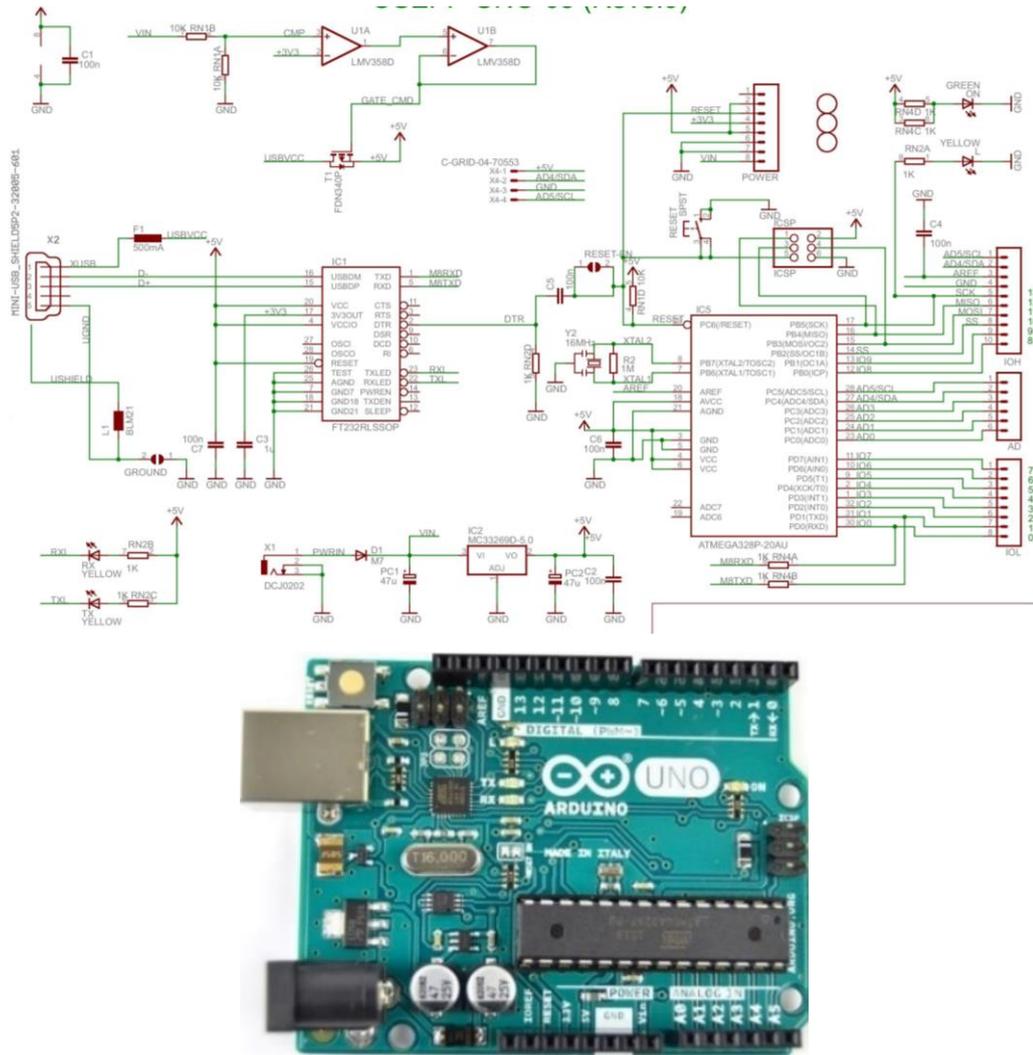
(Sumber: <http://panelsurya.com/index.php/id/charge-controller/cara-kerja-solar-controller>)

Untuk solar charger controller juga dilengkapi dengan sensor temperatur baterai. Tegangan charging disesuaikan dengan temperatur dari baterai. Dengan sensor ini didapatkan optimum dari charging dan juga optimum dari usia baterai.

Terdapat mode operation Solar Charger Controller. Pada mode ini, baterai akan melayani beban. Apabila ada over-discharge atau over-load, maka baterai akan dilepaskan dari beban. Hal ini berguna untuk mencegah kerusakan dari baterai[6].

2.8 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah Arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuanya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai USB-to-serial converter untuk komunikasi serial ke komputer melalui portUSB. Tampak atas dari arduino uno dapat dilihat pada gambar dibawah ini[18].



Gambar 2. 8 Mikrokontroler Arduino

(Sumber: <https://www.bukalapak.com/p/elektronik/komponen-elektronik/8kthml-jual-mikrokontroler-arduino-un>)

Berikut adalah deskripsi pin pada board Arduino Uno:

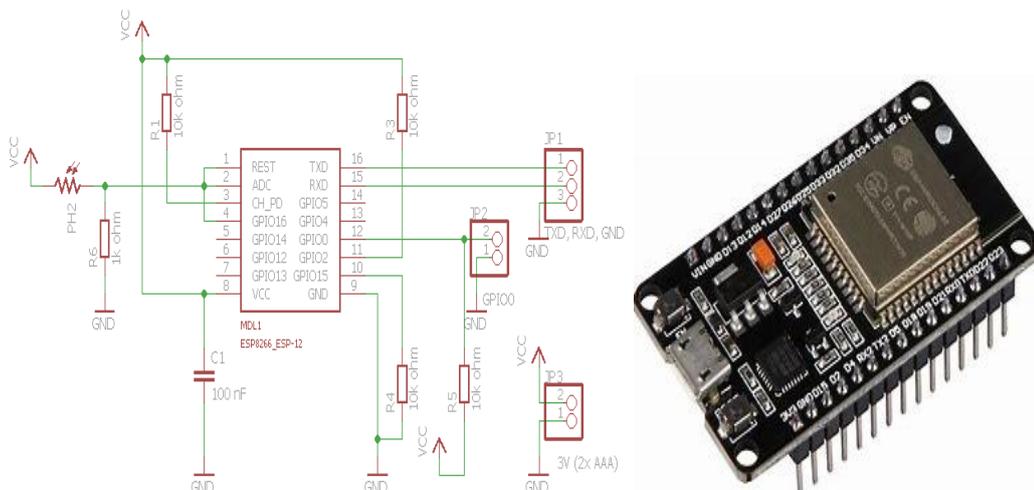
Tabel 2. 4 Deskripsi Pin Arduino

Pin	Fungsi
0	RX (serial)
1	TX (serial)
2	External interrupt 0
3	External interrupt 1
4	PWM
5	PWM
6	PWM
7	PWM
8	PWM

9	PWM
10	PWM
11	PWM
12	Digital
13	Digital
A0	Analog input
A1	Analog input
A2	Analog input
A3	Analog input
A4	Analog input / I2C

2.9 Modul NodeMCU ESP8266

ESP 8266 adalah sebuah chip yang sudah lengkap dimana didalamnya sudah termasuk processor, memori dan juga ke GPIO. Hal ini menyebabkan ESP8266 dapat secara langsung menggantikan Arduino dan ditambah lagi dengan kemampuannya untuk mensupport koneksi wifi secara langsung. IoT (*Internet Of Things*) semakin berkembang seiring dengan perkembangan mikrokontroler, module yang berbasis *Ethernet* maupun *wifi* semakin banyak dan beragam dimulai dari *Wiznet*, *Ethernet shield* hingga yang terbaru adalah module yang dikenal dengan ESP8266. Ada beberapa jenis ESP8266 yang dapat ditemui dipasaran, namun yang paling mudah didapatkan di Indonesia adalah type ESP-01,07,dan 12 dengan fungsi yang sama perbedaannya terletak pada GPIO pin yang disediakan. Berikut beberapa tipe ESP8266.



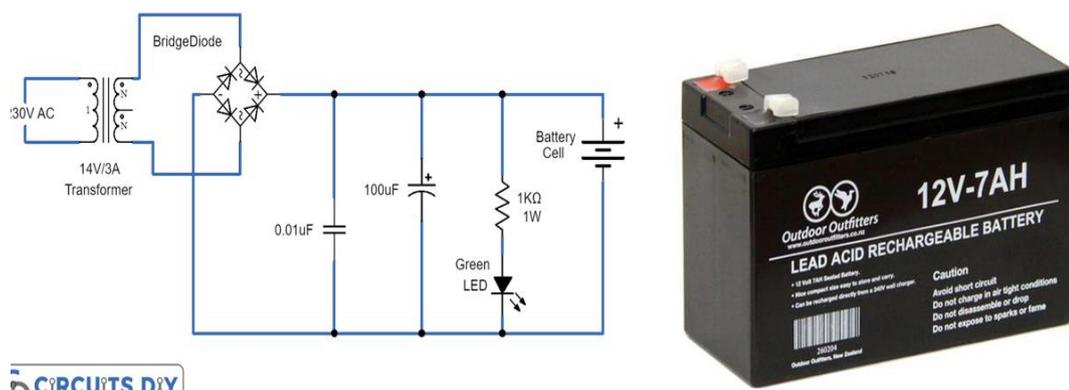
Gambar 2. 9 Modul *NodeMCU ESP8266*

(Sumber: <https://www.gotronic.fr/art-module-nodemcu-esp32-28407.htm>)

Tegangan kerja ESP-8266 adalah sebesar 3.3V, penggunaan sehingga untuk mikrokontroler tambahannya dapat menggunakan board arduino yang memiliki fasilitas tegangan sumber 3.3V, akan tetapi akan lebih baik jika membuat secara terpisah level shifter untuk komunikasi dan sumber tegangan untuk wifi module ini. Karena wifi module ini dilengkapi dengan sehingga Mikrokontroler banyak dan orang GPIO yang mengembangkan firmware untuk dapat menggunakan module ini tanpa perangkat mikrokontroler tambahan. Firmware yang digunakan agar wifi module ini dapat bekerja *standalone* [19].

2.10 Baterai

Baterai merupakan perangkat yang mampu menghasilkan tegangan DC, yaitu dengan cara mengubah energi kimia yang terkandung didalamnya menjadi energi listrik melalui reaksi elektro kimia, Redoks (Reduksi–Oksidasi). Baterai terdiri dari beberapa sel listrik, sel listrik tersebut menjadi penyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia. Sel batere tersebut terdiri dari elektroda negatif dan elektroda positif. Elektroda negatif disebut katoda, yang berfungsi sebagai pemberi elektron. Elektroda positif disebut anoda yang berfungsi sebagai penerima elektron. Antara anoda dan katoda akan mengalir arus yaitu dari kutub positif (anoda) ke kutub negatif (katoda). Sedangkan electron akan mengalir dari katoda menuju anoda[20].



Gambar 2. 10 Baterai

(Sumber: <https://www.tokopedia.com/tokoakimakassar/baterai-aki-gs-premium-basah-n-70-70-ah>)

2.10.1 Prinsip Kerja Battery

Sebuah sel kering adalah jenis umum dari baterai yang digunakan saat ini. Baterai Pada dasarnya mengubah energi kimia menjadi energi listrik yang tersimpan. Baterai sel kering ini terdiri dari tiga hal yakni:

1. Batang karbon sebagai anoda (kutub positif baterai)
2. Seng (Zn) sebagai katoda (kutub negatif baterai)
3. Pasta sebagai elektrolit yang memisahkan katoda dan anoda

Dalam sel kering, Zinc adalah anoda (-), inti grafit adalah katoda (+) dan Ammonium Chloride bertindak pasta sebagai elektroda. Di dalam baterai ada beberapa sel listrik, dan sel listrik tersebut menjadi tempat menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia. Elektroda-elektroda yang tersimpan di dalam baterai ada yang negatif ada pula yang positif. Elektroda negatif disebut katoda, yang memiliki fungsi sebagai pemberi elektron. Sedangkan elektroda positif, disebut anoda yang berfungsi sebagai penerima elektron.

Ada aliran arus listrik yang mengalir dari kutub positif (anoda) ke kutub negatif (katoda). Sedangkan elektron akan mengalir dari kutub negatif menuju kutub positif. Di dalam baterai sendiri, terjadi sebuah reaksi kimia yang menghasilkan elektron. Kecepatan dari proses ini (elektron, sebagai hasil dari elektrokimia) mengontrol seberapa banyak elektron dapat mengalir diantara kedua kutub. Elektron mengalir dari baterai ke kabel dan tentunya bergerak dari kutub negatif ke kutub positif tempat dimana reaksi kimia tersebut sedang berlangsung.

Dan inilah alasan mengapa baterai bisa bertahan selama satu tahun dan masih memiliki sedikit power, selama tidak terjadi reaksi kimia atau selama kita tidak menghubungkannya dengan kabel atau sejenis Load lain. Seketika kita menghubungkannya dengan kabel maka reaksi kimia pun dimulai.

Anoda dan katoda terbuat dari bahan yang dapat bereaksi dengan bahan elektrolitnya. Saat anoda dan elektrolit bereaksi, terbentuklah satu senyawa baru yang menyisakan satu elektron. Sebaliknya, reaksi antara katoda dan elektrolit membutuhkan satu elektron.

Jadilah sisa elektron dari reaksi anoda dan elektrolit tadi dikirimkan ke katoda agar katoda dapat bereaksi dengan elektrolit. Perpindahan elektron inilah yang dapat menimbulkan aliran listrik dari sebuah baterai[21].

2.11 Inverter

Power Inverter merupakan suatu rangkaian penyaklaran elektronik yang dapat mengubah sumber tegangan arus searah (DC) menjadi tegangan arus bolak-balik (AC) dengan besar tegangan dan frekuensi yang dapat di atur. Tegangan bolak-balik yang dihasilkannya berbentuk gelombang persegi dan pada pemakaian tertentu diperlukan filter untuk menghasilkan bentuk gelombang sinusoida. Pengaturan besar tegangan dapat dilakukan dengan 2 cara. Pertama, dengan mengatur tegangan input DC dari luar tetapi lebar waktu penyaklaran tetap. Kedua, mengatur lebar waktu penyaklaran dengan tegangan input DC tetap. Pada cara yang kedua besar tegangan AC efektif yang dihasilkan merupakan fungsi dari pengaturan lebar pulsa penyaklaran. Cara inilah yang disebut dengan Pulse Width Modulation (PWM)[22].



Gambar 2. 11 Inverter

(Sumber: <https://riverspace.org/pengertian-inverter/>)

Bentuk-bentuk Gelombang yang dapat dihasilkan oleh Power Inverter diantaranya adalah gelombang persegi (*square wave*), gelombang sinus (*sine wave*), gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*) dan gelombang modulasi pulsa lebar (*pulse width modulated wave*) tergantung pada desain rangkaian inverter yang bersangkutan. Namun pada saat ini, bentuk-bentuk gelombang yang paling banyak digunakan adalah bentuk gelombang sinus (*sine wave*) dan gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*). Sedangkan Frekuensi arus listrik yang dihasilkan pada umumnya adalah sekitar 50Hz atau

60Hz dengan Tegangan Output sekitar 120V atau 240V. Output Daya listrik yang paling umum ditemui untuk produk-produk konsumen adalah sekitar 150 watt hingga 3000 watt.

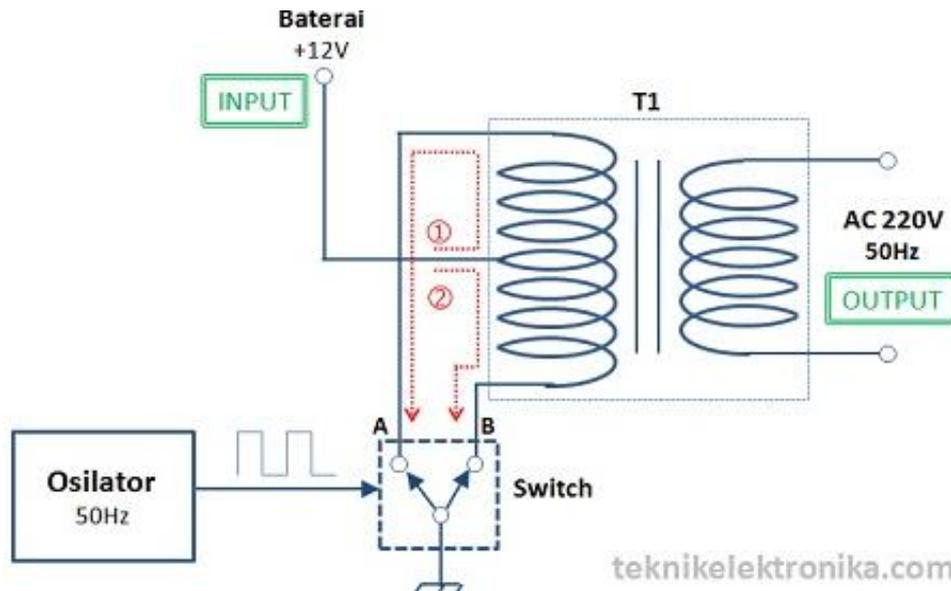
Secara keseluruhan, inverter adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengubah arus searah menjadi arus bolak-balik dengan tujuan untuk menghasilkan daya listrik AC yang dapat digunakan oleh perangkat listrik. Inverter memiliki berbagai aplikasi dan spesifikasi yang bervariasi tergantung pada kebutuhan penggunaannya.

Tabel 2. 5 Spesifikasi Inverter

Spesifikasi	Deskripsi	Nilai
Kapasitas	Daya maksimum yang dapat diubah oleh inverter	1000 watt (W)
Tegangan masukan	Rentang tegangan DC yang dapat diubah menjadi AC	12-24 volt (V)
Tegangan keluaran	Rentang tegangan AC yang dihasilkan oleh inverter	220-240 volt (V)
Frekuensi keluaran	Rentang frekuensi AC yang dihasilkan oleh inverter	50-60 hertz (Hz)
Efisiensi	Rasio antara daya output dan daya input inverter	> 90%
Perlindungan	Sistem perlindungan inverter seperti over-voltage, over-current, dan short-circuit protection.	Ada
Fungsi tambahan	Fungsi tambahan yang dimiliki oleh inverter	Koneksi ke jaringan listrik

2.11.1 Prinsip Kerja Inverter

suatu Power Inverter yang dapat mengubah arus listrik DC ke arus listrik AC ini hanya terdiri dari rangkaian Osilator, rangkaian Saklar (Switch) dan sebuah Transformator (trafo) CT seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. 12 Prinsip Kerja Inverter

(Sumber: <https://riverspace.org/pengertian-inverter/>)

Sumber daya yang berupa arus listrik DC dengan tegangan rendah (contoh 12V) diberikan ke Center Tap (CT) Sekunder Transformator sedangkan dua ujung Transformator lainnya (titik A dan titik B) dihubungkan melalui saklar (switch) dua arah ke ground rangkaian. Jika saklar terhubung pada titik A akan menyebabkan arus listrik jalur 1 mengalir dari terminal positif baterai ke Center Tap Primer Transformator yang kemudian mengalir ke titik A Transformator hingga ke ground melalui saklar. Pada saat saklar dipindahkan dari titik A ke titik B, arus listrik yang mengalir pada jalur 1 akan berhenti dan arus listrik jalur 2 akan mulai mengalir dari terminal positif baterai ke Center Tap Primer Transformator hingga ke ground melalui Saklar titik B. Titik A, B dan Jalur 1, 2 dapat dilihat pada gambar diatas,

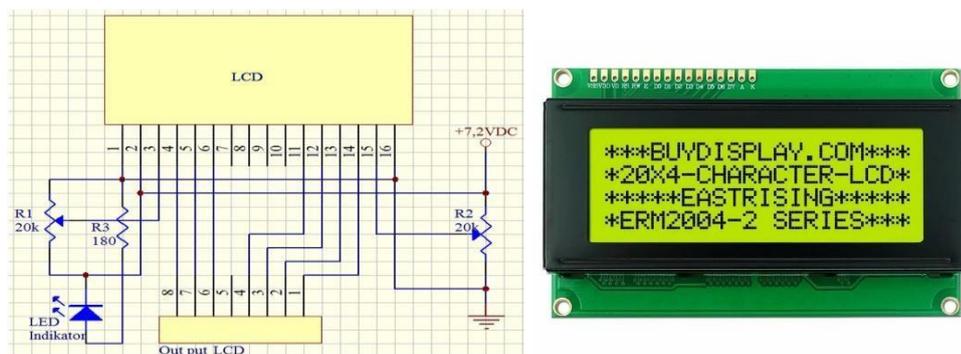
Peralihan ON dan OFF atau A dan B pada Saklar (Switch) ini dikendalikan oleh sebuah rangkaian Osilator yang berfungsi sebagai pembangkit frekuensi 50Hz yaitu mengalihkan arus listrik dari titik A ke titik B dan titik B ke titik A dengan kecepatan 50 kali per detik. Dengan demikian, arus listrik DC yang mengalir di jalur 1 dan jalur 2 juga bergantian sebanyak 50 kali per detik juga sehingga ekuivalen dengan arus listrik AC yang berfrekuensi 50Hz. Sedangkan

komponen utama yang digunakan sebagai Switch di rangkaian Switch Inverter tersebut pada umumnya adalah MOSFET ataupun Transistor.

Sekunder Transformator akan menghasilkan Output yang berupa tegangan yang lebih tinggi (contohnya 120V atau 240V) tergantung pada jumlah lilitan pada kumparan sekunder Transformator atau rasio lilitan antara Primer dan Sekunder Transformator yang digunakan pada Inverter tersebut[23].

2.12 LCD (*Liquid Crystal Display*) Dengan I2C

LCD adalah suatu jenis media display(tampilan) yang menggunakan kristal cair (liquid crystal) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. LCD (Liquid Cristal Display) 20x4 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dan tiap baris dapat menampilkan 20karakter.



Gambar 2. 13 LCD (*Liquid Crystal Display*)

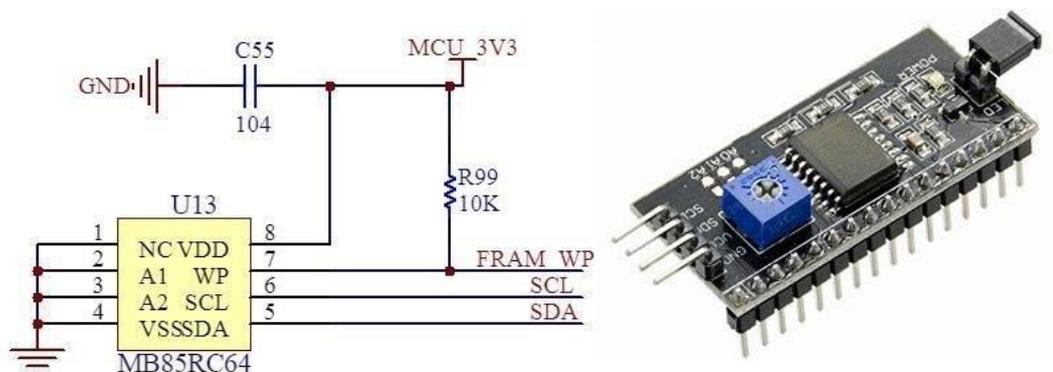
(Sumber: <https://jagelectroniccenterprise.com/product/20x4-lcd-display-with-i2c/>)

Konfigurasi pin LCD (*liquid crystal display*) pada gambar di atas sebagai berikut:

- a. Pin1 (Ground / Source Pin): Ini adalah pin tampilan GND, digunakan untuk menghubungkan terminal GND unit mikrokontroler atau sumber daya.
- b. Pin2 (VCC / Source Pin): Ini adalah pin catu tegangan pada layar, digunakan untuk menghubungkan pin catu daya dari sumber listrik.

- c. Pin3 (V0 / VEE / Control Pin): Pin ini mengatur perbedaan tampilan, yang digunakan untuk menghubungkan POT yang dapat diubah yang dapat memasok 0 hingga 5V.
- d. Pin4 (Register Select / Control Pin): Pin ini berganti-ganti antara
- e. perintah atau data register, digunakan untuk menghubungkan pin unit mikrokontroler dan mendapatkan 0 atau 1 (0 = mode data, dan 1 = mode perintah).
- f. Pin5 (Pin Baca / Tulis / Kontrol): Pin ini mengaktifkan tampilan di antara operasi baca atau tulis, dan terhubung ke pin unit mikrokontroler untuk mendapatkan 0 atau 1 (0 = Operasi Tulis, dan 1 = Operasi Baca).
- g. Pin 6 (Mengaktifkan / Mengontrol Pin): Pin ini harus dipegang tinggi untuk menjalankan proses Baca / Tulis, dan terhubung ke unit mikrokontroler & terus-menerus dipegang tinggi.
- h. Pin 7-14 (Pin Data): Pin ini digunakan untuk mengirim data ke layar. Pin ini terhubung dalam mode dua-kawat seperti mode 4-kawat dan mode 8-kawat. Dalam mode 4-kawat, hanya empat pin yang terhubung ke unit mikrokontroler seperti 0 hingga 3, sedangkan dalam mode 8-kawat, 8-pin terhubung ke unit mikrokontroler seperti 0 hingga 7.
- i. Pin15 (+ve pin LED): Pin ini terhubung ke +5V
- j. Pin 16 (-ve pin LED): Pin ini terhubung ke GND[24].

2.13 I2C Inter Intergrated Circuit



Gambar 2. 14 I2C Inter Intergrated Circuit

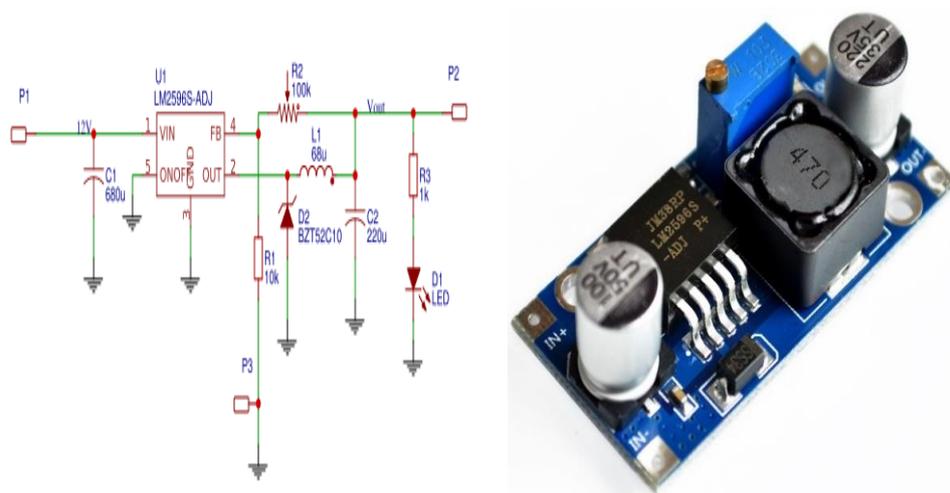
(Sumber: <https://jagelectronicsenterprise.com/product/20x4-lcd-display-with-i2c/>)

I2C atau Inter Integrated Circuit merupakan salah satu komunikasi serial yang sering dipakai untuk meminimalkan desain elektronik dikarenakan memiliki mode komunikasi Multimaster dan Multislave . I2C menggunakan sinyal dari SCL dan SDL yang digunakan untuk transfer data antara master dan slave (Kumari & Gayathri, 2017). Slave device dapat diidentifikasi dengan 7 bit adress yang unik sehingga dapat mengidentifikasi sensor apa yang terhubung. Dengan adanya metode komunikasi I2C diharapkan dapat memudahkan perancangan Internet Of Things[25].

2.14 Step Down LM2596S DC to DC

Tegangan output pada power supply adalah 40V DC, sedangkan tegangan yang diperlukan adalah 30V DC dan 5V DC sehingga diperlukan modul step down untuk menurunkan tegangan dari 12V DC menjadi 4.5 dan 5V DC.

Modul Step Down ini menggunakan IC LM2596S yang berfungsi sebagai Step Down DC converter dengan current rating 3A. Terdapat beberapa varian dari IC seri ini yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu versi adjustable yang tegangan keluarannya dapat diatur, dan versi fixed voltage output yang tegangan keluarannya sudah tetap / fixed. Keunggulan modul Step Down dengan LM2596 dibandingkan dengan Step Down tahanan resistor / potensiometer adalah besar tegangan output tidak berubah (stabil) walaupun tegangan input naik turun. Gambar 3 memperlihatkan modul step down[26].

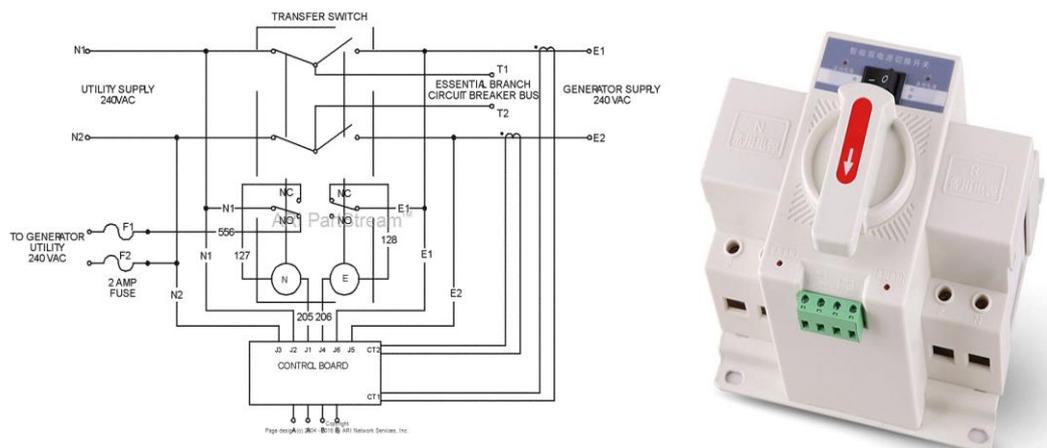


Gambar 2. 15 Step Down LM2596S

(sumber: <https://id.aliexpress.com/item/890333309.html?gatewayAdapt=glo2idn>)

2.15 Automatic Transfer Switch (ATS)

Automatic Transfer Switch (ATS) adalah peralatan sistem yang dapat mengatur pergantian suplai catu daya listrik dari sumber listrik utama dari PLN ke sumber listrik cadangan atau genset yang bekerja secara otomatis dengan mengendalikan pengaturan waktu.



Gambar 2. 16 Automatic Transfer Switch (ATS)

(Sumber:<https://id.aliexpress.com/item/32838526634.html?gatewayAdapt=glo2id>
n)

Fungsi ATS sebagai pengganti saklar pemindah posisi. Sumber listrik yang pada metode-metode terdahulu digunakan untuk memindahkan handel/saklar sumber listrik utama dari PLN ke sumber listrik cadangan/genset[27].

2.16 Internet Of Things

Internet of things atau bisa disebut juga dengan IoT adalah sebuah teknologi canggih yang memiliki konsep yang bertujuan untuk memperluas dan memperkembang manfaat dari konektivitas internet yang tersambung terus menerus. menghubungkan benda benda di sekitar agar aktivitas sehari hari menjadi lebih mudah dan efisien yang sangat membantu segala pekerjaan manusia. Pentingnya internet of things dapat dilihat dengan semakin banyaknya diterapkan dalam berbagai kehidupan saat ini. Menurut metode identifikasi RFID(Radio Frequency Identification), istilah IoT tergolong dalam metodekomunikasi, meskipun IoT juga dapat mencakup teknologi sensor lainnya, teknologi nirkabel atau kode QR (Quick Response).

Istilah “*Internet Of Things*” terdiri dari dua bagian kata utamayaitu Internet yang menghubungkan dan mengatur sebuah konektivitas dan Things yang memiliki arti objek atau sebuah perangkat. Sederhananya, kamu memiliki “*Things*” yang dapat saling terhubung untuk mengumpulkan data dan mengirimkannya ke Internet. Data ini juga dapat diakses oleh “*Things*” lainnya juga. dimana sebuah “*Things*” tertentu memiliki kemampuan untuk mengirimkan data lewat melalui jaringan dimanapun kamu berada dan tanpa adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer[28].

2.16.1 Prinsip kerja *Internet Of Things*

Cara Kerja Internet of Things yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarakberapa pun. Internetlah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. Tantangan terbesar dalam mengkonfigurasi Internet of Things ialah menyusun jaringan komunikasinya sendiri, yang dimana jaringan tersebut sangatlah kompleks, dan memerlukan sistem keamanan yang ketat. Selain itu biaya yang mahal sering menjadi penyebab kegagalan yang berujung pada gagalnya produksi[24].