

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan elemen vital dalam kehidupan tanaman, karena berperan dalam proses fotosintesis, distribusi nutrisi, serta menjaga kelembaban tanah. Penyiraman yang rutin dan sesuai kebutuhan sangat penting untuk menjaga pertumbuhan tanaman agar tetap sehat dan produktif. Dalam praktiknya, kegiatan penyiraman tanaman masih banyak dilakukan secara manual, yang bergantung sepenuhnya pada kehadiran manusia. Hal ini menjadi tantangan tersendiri, terutama bagi masyarakat yang memiliki kesibukan tinggi atau bagi petani yang mengelola lahan luas dan terpencil.

Permasalahan semakin kompleks ketika penyiraman dilakukan secara tidak terjadwal. Misalnya, ketika tanaman disiram pada saat hujan, maka akan terjadi pemborosan air dan energi. Sebaliknya, jika tanaman tidak disiram dalam waktu lama saat cuaca panas, dapat menyebabkan kekeringan dan terganggunya proses pertumbuhan. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu bekerja secara otomatis dan dapat menyesuaikan dengan kondisi lingkungan.

Kemajuan teknologi otomasi dan mikrokontroler membuka peluang untuk menciptakan sistem penyiraman tanaman otomatis yang lebih efisien dan cerdas. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah Arduino Nano, sebuah mikrokontroler berukuran kecil yang mudah diprogram dan dapat diintegrasikan dengan berbagai

sensor serta aktuator. Dengan menggunakan Arduino Nano, alat penyiram tanaman dapat dirancang untuk bekerja secara otomatis berdasarkan perintah dari input sensor.

Dalam penelitian ini, digunakan sensor hujan sebagai masukan utama untuk menentukan apakah tanaman perlu disiram atau tidak. Sensor hujan bekerja dengan mendeteksi adanya tetesan air hujan yang mengenai permukaan sensor. Data dari sensor tersebut kemudian diolah oleh Arduino, yang selanjutnya akan mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air. Sistem ini tidak menggunakan sensor kelembaban tanah, melainkan sepenuhnya mengandalkan informasi dari kondisi cuaca secara langsung.

Selain itu, untuk mendukung keberlanjutan energi dan mengurangi ketergantungan pada listrik PLN, sistem ini dirancang menggunakan solar cell sebagai sumber daya utama. Solar cell berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi listrik, yang kemudian disimpan dalam baterai dan digunakan untuk menjalankan sistem. Hal ini membuat alat ini ramah lingkungan dan ideal untuk diterapkan di daerah terpencil atau wilayah dengan pasokan listrik terbatas.

Penggabungan antara mikrokontroler Arduino, sensor hujan, dan solar cell menghasilkan sistem penyiraman tanaman yang dapat bekerja secara otomatis, hemat energi, dan berkelanjutan. Inovasi ini tidak hanya membantu pengguna dalam merawat tanaman secara efisien, tetapi juga mendukung penggunaan teknologi tepat guna di bidang pertanian dan penghijauan kota.

Dengan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian dan perancangan terhadap sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino Nano dengan memanfaatkan solar cell dan sensor hujan, agar dapat memberikan solusi nyata dalam meningkatkan efisiensi penyiraman tanaman secara mandiri dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang alat penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino Nano dengan pemanfaatan solar cell sebagai sumber energi?
2. Bagaimana cara kerja sistem agar dapat menyiram tanaman secara otomatis berdasarkan kondisi hujan yang terdeteksi oleh sensor hujan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membangun sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino Nano.
2. Mengintegrasikan sensor hujan untuk mendeteksi kondisi cuaca sebagai parameter kontrol penyiraman.
3. Memanfaatkan solar cell sebagai sumber energi utama agar alat dapat bekerja secara mandiri.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan solusi dalam penyiraman tanaman secara otomatis dan efisien.
2. Mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia dalam proses penyiraman.

3. Menunjang penggunaan energi terbarukan melalui pemanfaatan solar cell.
4. Memberikan kontribusi dalam penerapan teknologi tepat guna di bidang pertanian atau penghijauan lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus dan sesuai dengan tujuan, maka batasan-batasan yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya menggunakan sensor hujan sebagai parameter untuk penyiraman, tidak menggunakan sensor kelembaban tanah.
2. Sumber energi yang digunakan adalah solar cell yang terhubung ke baterai, bukan langsung dari listrik PLN.
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Nano.
4. Pompa air hanya akan menyiram tanaman jika tidak terdeteksi hujan oleh sensor.
5. Sistem dirancang untuk skala kecil, seperti pot tanaman atau taman rumah.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Mempelajari berbagai referensi dan penelitian sebelumnya terkait dengan sistem penyiraman otomatis, penggunaan sensor hujan, Arduino Nano, dan solar cell.

2. Perancangan Sistem

Membuat desain rangkaian elektronika yang meliputi Arduino Nano, sensor hujan, pompa air, solar cell, dan baterai.

3. Perakitan Alat

Merakit seluruh komponen sesuai rancangan sistem dan menghubungkannya sesuai skema.

4. Pemrograman

Menyusun dan meng-upload program ke Arduino Nano agar alat dapat bekerja sesuai logika sistem.

5. Pengujian dan Evaluasi

Menguji kinerja alat dalam berbagai kondisi cuaca dan mengevaluasi efektivitas serta efisiensi alat dalam menyiram tanaman.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi kajian teori tentang Arduino Nano, sensor hujan, solar cell, pompa air, serta penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Menjelaskan perancangan alat mulai dari diagram blok, rangkaian sistem, spesifikasi komponen, serta logika kerja alat.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Menjelaskan proses perakitan alat, pemrograman Arduino, serta hasil pengujian sistem dan analisis kinerja alat.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan lebih lanjut

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Arduino Nano

2.1.1 Pengertian Mikrokontroller

Mikrokontroler adalah sebuah chip mikroprosesor terintegrasi yang berperan sebagai otak dalam pembuatan instrumentasi. Perencanaan logika dan algoritma pada mikrokontroler untuk tujuan instrumentasi tertentu dilakukan menggunakan bahasa pemrograman seperti assembler, C, atau C++. Mikrokontroler dapat diprogram dan memiliki kemampuan untuk mengeksekusi langkah-langkah yang telah diprogram (Agfianto, 2002). Mikrokontroller diciptakan untuk mengolah atau mengoperasikan aplikasi tertentu saja. Dimana hal ini sangat berbeda dengan komputer yang dapat menjalankan banyak aplikasi. Prinsip kerja dan komponen-komponen mikrokontroller sama dengan komputer biasa, akan tetapi spesifikasinya lebih rendah dibanding komputer. Mikrokontroller terdiri dari susunan transistor yang banyak dengan ukuran sangat kecil hingga seukuran nanometer. Perkembangan mikrokontroler membuka peluang untuk membuat instrumentasi yang lebih presisi, mudah digunakan, dan ekonomis. Salah satu jenis mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini adalah arduino.

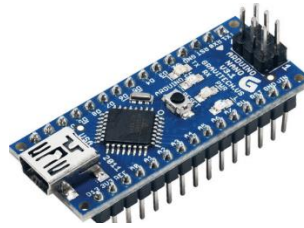
2.1.2 Pengertian Arduino

Arduino merupakan sebuah modul mikrokontroler yang bersifat opensource. Opensource adalah aplikasi dan hardware bersifat terbuka, sehingga dapat dengan bebas digunakan, menyebarkan dan mengembangkan aplikasinya secara gratis. Arduino juga disebut sebuah platform dari physical computing yang terdiri dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE). IDE adalah software untuk menulis program dengan bahasa pemrograman yang dapat di upload ke memori mikrokontroler. Hardware dan software Arduino sudah compatible dengan sistem operasi komputer; Microsoft Windows, Mac Os dan Linux. Arduino lahir dan berkembang dengan berbagai jenis salah satunya adalah arduino nano.

2.1.3 Arduino Nano

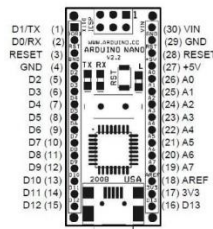
Arduino Nano adalah papan pengembangan (development board) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P dengan bentuk yang sangat mungil. Arduino ini tidak mempunyai jack power DC dan pemrogramannya menggunakan konektor USB mini tipe B. Arduino ini memiliki 14 pin i/o digital, 8 pin input analog dengan resolusi 1024 bit, 32 kB memori flash 0,5 kB digunakan untuk bootloader, 2kB SRAM, 1kB EEPROM, 16 MHz kecepatan clock, dan ukuran yang kecil (45 mm x 18 mm). 14 pin i/o ini memiliki fungsi khusus yaitu 2 pin serial (RX pin D0 dan TX pin D1), 2 pin interupsi internal (pin D2 dan pin D3), 6 pin output PWM 8-bit (pin D3, D5, D6, D9, D10 dan D11), 4 pin SPI (SS pin D10, Mosi pin D11, MISO pin D12, dan SCK pin D13). 8 pin analognya 6 dapat dijadikan sebagai pin i/o digital (A0- A5), serta 2 pin dapat digunakan untuk komunikasi I2C (SDA pin A4 dan SCL pin A5).

Pemrograman board Arduino Nano dilakukan dengan menggunakan Arduino Software (IDE) dengan cukup menghubungkan Arduino dengan kabel USB ke Pc/laptop. Selain itu di dalam Arduino Software sudah diberikan banyak contoh program sehingga memudahkan kita mempelajari mikrokontroler ini



Gambar 2. 1 Arduino Nano

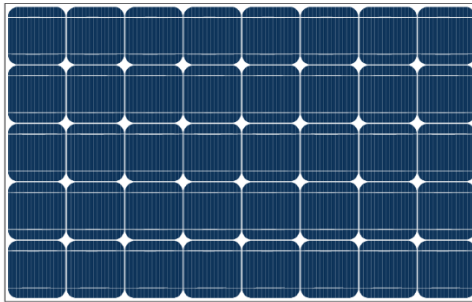
Arduino tidak dapat bekerja sendiri perlu ditambahkan komponen komponen lain agar dihasilkan suatu aplikasi yang bermanfaat dalam perancangan media pembelajaran. Komponen lain tersebut terhubung dengan pin input output dari arduino. Pin input dapat berupa pushbuton dan sensor. Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan mengetahui magnitude tertentu. Sensor merupakan jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis,panas,sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik.



Gambar 2. 2 Pin Arduino Nano

2.2 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

2.2.1 Prinsip Kerja Solar Cell

Cara kerja sel surya yaitu bila dikenakan pada sinar matahari, maka timbul yang dinamakan elektron dan hole. Elektron-elektron dan hole-hole yang timbul di sekitar p-n junction bergerak berturut-turut ke arah lapisan n dan ke arah lapisan p. Sehingga pada saat elektron-elektron dan hole-hole itu melintasi p-n junction, timbul beda potensial pada kedua ujung sel surya. Jika pada kedua ujung sel surya diberi beban maka timbul arus listrik yang mengalir melalui beban. Bahan dan cara kerja yang aman terhadap lingkungan menjadikan sel surya sebagai salah satu hasil teknologi

pembangkit listrik yang efisien bagi sumber energi alternatif masyarakat di masa depan. Irradiasi matahari (G) dapat diketahui dari data nilai rata-rata radiasi matahari yang sampai ke bumi, dengan nilai 1366 W/m². Untuk mengetahui daya (P) input sel surya adalah mempunyai irradiasi (G) dan luas panel surya (A) yang digunakan, maka dapat didefinisikan adalah :

$$P_{input} = G \times A \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

G = Irradiasi Matahari (W/m²)

A = Luas Panel Sel Surya

Sedangkan Daya Output (P_{output}) sel surya dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{output} = V \times I \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

V = Tegangan Output (Volt)

I = Arus Output (Ampere)

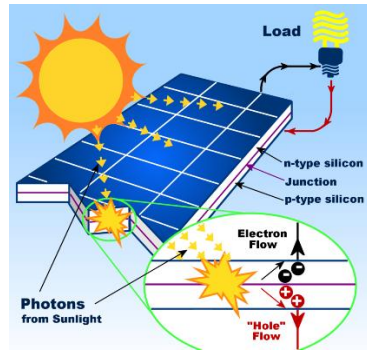
Efisiensi (η) sel surya dapat diketahui ketika adanya Daya Input (P_{input}) dan Daya Output (P_{output}), dengan dapat dibuatkan rumus sebagai berikut :

$$\eta = \frac{p_o}{p_i} \times 100\% \dots\dots\dots$$

Dimana:

P input = Daya Input (Watt)

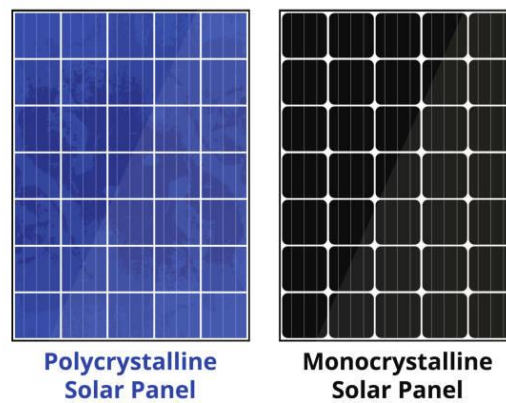
P output = Daya Output (Watt)



Gambar 2. 4 Sistem Kerja Solar Cell

2.2.2 Jenis- Jenis Solar Cell

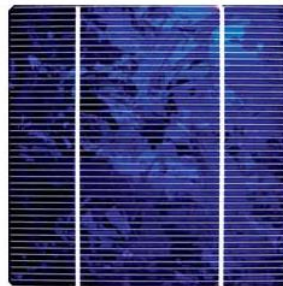
Solar Cell adalah mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Solar cell mempunyai beberapa jenis yaitu, poly-crystalline, monocrystalline, amorphous, thin film photovoltaic.



Gambar 2. 5 Jenis Solar Cell

- a. Poly-Crystalline (Polikristal)

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Tipe Polikristal memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung. Jenis ini biasanya terdiri dari 28 – 36 sel surya dengan ukuran panjang 8,5 cm, lebar 5 cm, dan ketebalan 0.3 mm untuk satu keping selnya.



Gambar 2. 6 Tampilan Solar Cell Poly Saat Diperbesar

b. Mono-Crystalline (Monokristal)

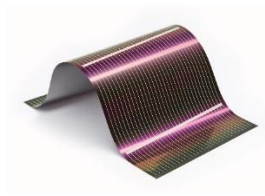
Merupakan panel yang paling efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari nya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.



Gambar 2. 7 Tampilan Solar Cell Mono Saat Diperbesar

c. Thin Film Photovoltaic

Merupakan panel surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokrystal-silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokristal & polykristal. Inovasi terbaru adalah Thin Film Triple Junction PV (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara.



Gambar 2. 8 Thin Film Photovoltaic

2.3 Solar Charge Controller (SCC)

Solar charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. solar charge controller mengatur over charging (kelebihan pengisian – karena batere sudah ‘penuh’) dan kelebihan Voltase dari panel surya/ solar cell.



Gambar 2. 9 Solar charge controller (SCC)

Solar charge controller berfungsi untuk menjaga keseimbangan energi di baterai dengan cara mengatur tegangan maksimum dan minimal dari baterai tersebut, alat ini juga berfungsi untuk memberikan pengamanan terhadap sistem yaitu: Proteksi terhadap pengisian berlebih (over charge) di baterai, proteksi terhadap pemakaian berlebih (over discharge) oleh beban, mencegah terjadinya arus balik ke modul surya, melindungi terhadap terjadinya hubungan. Macam-macam solar charger controller yang ada dipasaran :

1. PWM

Charge controller PWM (Pulse Width Modulation) adalah alat pengontrol pengisian yang berfungsi mengecaskan aki dari panel surya dengan menggunakan modulasi pulsa untuk mengendalikan keberlangsungan pengisian. Ketika aki mendekati kondisi terisi penuh, alat PWM akan perlahan-lahan menurunkan jumlah daya yang masuk ke baterai demi untuk mengurangi stres pada aki tersebut. Alat pengecaskan PWM banyak terdapat di pasaran, harganya juga lebih murah, dan

tersedia dalam berbagai ukuran untuk aplikasi yang luas. Keterbatasan kontroler PWM antara lain yaitu ukuran tegangan alat pengelas harus sesuai dengan tegangan bank baterai, dan kapasitas alat PWM biasanya terbatas pada 60 amper (maksimum).

2. MPPT

Maximum Power Point Tracking atau sering disingkat dengan MPPT merupakan sebuah sistem elektronik yang dioperasikan pada sebuah panel photovoltaic (PV) sehingga panel photovoltaic bisa menghasilkan power maksimum. Perlu diperhatikan, MPPT bukanlah sebuah sistem tracking mekanik yang digunakan untuk mengubah posisi modul terhadap posisi matahari sehingga mendapatkan energi maksimum matahari. MPPT benar-benar sebuah sistem elektronik yang bisa menelusuri titik power maksimum power yang bisa dikeluarkan oleh sebuah panel PV. Mppt umumnya memiliki keistimewaan yaitu tegangan input yang tinggi buat mencharge baterai baik 12v s/d 48v, bahkan sebagian controller mampu mencharge sampai 60vdc. Harga memang mahal, akan tetapi efesiansinya memang lebih baik. Mppt mampu memanfaatkan kelebihan tegangan tersebut serta dikonversi sebagai arus/ampere yg tinggi ke baterai, sedangkan di PWM sebab hari mendung, walaupun tegangan tetap ada (bahkan hampir sama atau tidak terdapat penurunan) tapi ampere jauh lebih kecil. Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut: 1. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai. 2. Menghindari overcharging dan overvoltage. Arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak 'full discharge', dan overloading. 3. 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, 6 Ampere, 10 Ampere, dsb. 3. Full charge dan low voltage cut Charge controller biasanya terdiri dari 1 input dengan 2 terminal yang terhubung dengan output panel sel surya, 1 output dengan 2 terminal yang terhubung dengan baterai/aki dan 1 output dengan 2 terminal yang terhubung dengan beban. Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada dioda protection yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel sel surya ke baterai bukan sebaliknya.

Seperti yang telah disebutkan, solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Baterai yang sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel sel surya berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai. Charge controller akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan turun, maka baterai akan diisi kembali. Charge controller memiliki 2 operasi kerja, yaitu charging mode dan operation mode. Charging mode merupakan suatu mode kerja charge controller saat pengisian baterai. Umumnya baterai diisi dengan metode three stage charging yaitu: 1. Fase bulk: yaitu baterai akan diisi sesuai dengan tegangan setup dan arus diambil secara maksimum dari panel surya. Umumnya tegangan setup bulk adalah 14,4V sampai 14,6V. 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

tegangan solar charge controller tercapai, arus yang dialirkan akan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai. 3. Fase float: baterai akan dijaga pada tegangan float setting (umumnya 13,4V sampai 13,7V). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya pada tahapan ini. Operation mode adalah kondisi baterai saat menyuplai beban. Apabila ada overdischarge atau overload, maka baterai akan dilepaskan dari beban. Hal ini berguna untuk mencegah kerusakan dari baterai. Untuk menentukan kapasitas arus pada charge controller menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_{max} = I = \frac{P_{max}}{V_s}$$

Keterangan :

V_s = tegangan yang digunakan

P_{max} = daya yang dibangkitkan panel surya.

2.4 Baterai

Baterai bekerja dengan mengubah energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia antara dua elektroda (anoda dan katoda) yang terpisah oleh elektrolit.

Konstruksi Baterai:

Anoda: Biasanya terbuat dari seng (Zn), berbentuk tabung atau silinder.

Katoda: Biasanya terbuat dari karbon (C) atau mangan dioksida (MnO₂), berbentuk batang di tengah.

Elektrolit: Bisa berupa pasta amonium klorida (NH_4Cl) atau pasta alkali (KOH), tergantung jenis baterai.

Separator: Memisahkan anoda dan katoda, mencegah hubungan langsung tetapi memungkinkan pergerakan ion.



Gambar 2. 10 Baterai 12VDC

2.5 Miniatur Circuit Breaker (MCB)

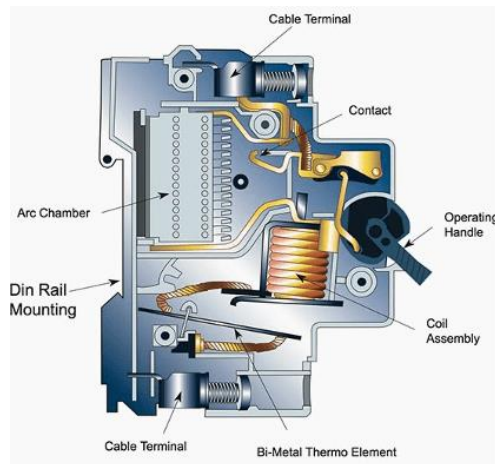
Alat pengaman otomatis yang dipergunakan untuk membatasi arus listrik. Alat pengaman ini dapat juga berguna sebagai saklar. Dalam penggunaannya, pengaman ini harus disesuaikan dengan besar listrik yang terpasang. Hal ini adalah untuk menjaga agar listrik dapat berguna sesuai kebutuhan.



Gambar 2. 11 Miniatur Circuit Breaker (MCB)

2.5.1 Prinsip Kerja MCB

MCB bekerja berdasarkan dua prinsip utama, yaitu: 1. Prinsip Termal (Overload): Untuk melindungi terhadap beban lebih, MCB menggunakan elemen bimetal. Ketika arus listrik melebihi nilai nominal dalam waktu tertentu, elemen bimetal akan memanaskan dan melengkung, yang kemudian mendorong mekanisme untuk memutuskan kontak listrik. 2. Prinsip Elektromagnetik (Hubung Singkat): Jika terjadi arus hubung singkat (short circuit), gaya elektromagnetik yang kuat akan langsung menarik tuas pemutus dan memutuskan aliran listrik secara cepat untuk menghindari kerusakan peralatan dan bahaya kebakaran.



Gambar 2. 12 Bagian Dalam MCB

2.5.2 Spesifikasi MCB

MCB tersedia dalam berbagai spesifikasi berdasarkan: Kapasitas Arus (Ampere): Misalnya 2A, 6A, 10A, 16A, 20A, 32A, dan seterusnya. Breaking Capacity (KA): Menunjukkan kemampuan maksimum MCB untuk memutus arus hubung

singkat, biasanya 3kA, 6kA, atau lebih. Kurva Karakteristik Trip: Tipe B: Trip antara 3–5 kali arus nominal, cocok untuk beban ringan. Tipe C: Trip antara 5–10 kali arus nominal, umum untuk instalasi rumah dan industri ringan. Tipe D: Trip antara 10–20 kali arus nominal, digunakan pada beban dengan lonjakan awal tinggi seperti motor listrik.

2.5.3 Fungsi MCB

1. Melindungi instalasi listrik dari kerusakan akibat kelebihan arus.
2. Meminimalkan risiko kebakaran akibat hubung singkat.
3. Memudahkan pemutusan dan penyambungan daya secara manual
4. Meningkatkan keselamatan sistem kelistrikan di rumah tangga dan industry

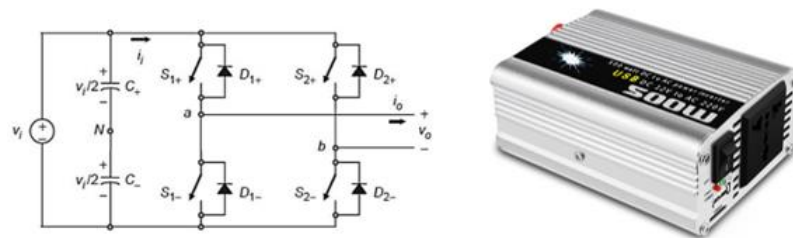
2.5.4 Penerapan MCB

MCB banyak digunakan di panel listrik rumah, gedung perkantoran, pabrik, dan berbagai aplikasi industri lainnya. Pemilihan MCB harus sesuai dengan kapasitas beban dan karakteristik sistem yang digunakan agar perlindungan berjalan optimal.

2.6 Inverter

Inverter adalah konverter tegangan arus searah (DC) ke tegangan bolak-balik (AC). Fungsi dari sebuah inverter adalah untuk mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC yang simetris dengan besar magnitudo dan frekuensi yang diinginkan. Tegangan keluaran dapat bernilai tetap atau berubah-ubah pada frekuensi

tetap atau berubah-ubah. Tegangan keluaran yang berubah-ubah dapat diperoleh dengan memvariasikan tegangan masukan DC dan menjaga penguatan inverter bernilai tetap. Sebaliknya jika tegangan masukan DC tetap dan tidak terkontrol, tegangan keluaran yang berubah-ubah dapat diperoleh dengan memvariasikan penguatan dari inverter. Variasi penguatan inverter biasanya diperoleh dengan menggunakan pengendali Pulse-Width-Modulation (PWM) dan Sinusoidal Pulsa Width Modulation (SPWM) yang ada di dalam inverter (C. L. Chen, 2010) (M. Saghaleini, 2011) Bentuk gelombang keluaran dari sebuah inverter ideal seharusnya berupa gelombang sinusoidal murni. Namun demikian, bentuk gelombang keluaran inverter tidak berupa gelombang sinusoidal murni dan memuat harmonisa. Harmonisa dapat dieliminasi dengan pemasangan filter dan dengan teknik switching.



Gambar 2. 13 Inverter

Rangkaian inverter memerlukan dua buah kapasitor untuk menghasilkan titik N agar tegangan pada setiap kapasitor $V_i/2$ dapat dijaga konstan (Gambar 2). Terdapat dua sisi sakelar, yaitu: sakelar S_{1+} dan S_{1-} serta S_{2+} dan S_{2-} . Masing-masing sisi sakelar ini, sakelar S_{1+} dan S_{1-} dan atau S_{2+} dan S_{2-} , tidak boleh bekerja secara serempak/simultan, karena akan terjadi hubung singkat rangkaian. Kondisi ON dan OFF dari

kedua sisi sakelar ditentukan dengan teknik modulasi, dalam hal ini menggunakan prinsip PWM (Seaful Sulun, 2012).

2.7 Pompa

Pompa adalah mesin atau alat untuk menggerakkan fluida yang di gunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat bertekanan rendah ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energy pada cairan yang kemudian pindahkan secara berlangsung dan terus menerus. Pompa ini beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (Suction), di bagian keluar (discharge). Dengan kata lain, pompa adalah alat pengubah tenaga mekanis (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan) dari suatu sumber tenaga, dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang sepanjang pengaliran.

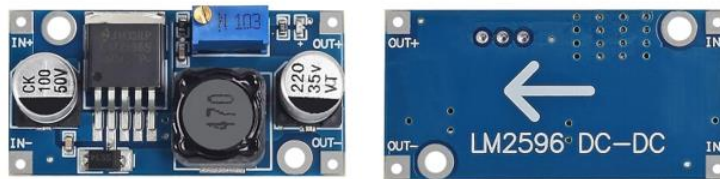


Gambar 2. 14 Pompa

2.8 Modul Stepdown

Step down DC to DC converter, yang lebih dikenal sebagai buck converter, adalah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk menurunkan tegangan DC dari nilai yang

lebih tinggi ke nilai yang lebih rendah dengan efisiensi tinggi. Berbeda dengan metode linier seperti IC regulator (misalnya LM7805) yang membuang kelebihan energi dalam bentuk panas, buck converter menggunakan prinsip switching (saklar cepat) untuk mengatur besar tegangan output, sehingga jauh lebih efisien.



Gambar 2. 15 Modul Step Down

Contohnya, jika input-nya adalah 12V DC, maka dengan buck converter tegangan tersebut dapat diturunkan menjadi 5V DC, 3.3V, atau nilai lainnya tergantung kebutuhan sistem.

Fungsi dan Kegunaan

Buck converter sangat banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik, termasuk: Menyuplai daya untuk mikrokontroler seperti Arduino (yang umumnya butuh 5V atau 3.3V).

Memberi catu daya efisien pada sensor dan modul.

Digunakan dalam sistem tenaga surya dan baterai untuk mengatur tegangan.

Digunakan dalam peralatan portabel untuk memperpanjang usia baterai.

Komponen Utama Buck Converter

1. Switch (biasanya MOSFET) – Berfungsi sebagai saklar yang membuka dan menutup dengan frekuensi tinggi.
2. Dioda – Mengarahkan arus saat switch dalam kondisi terbuka.
3. Induktor (L) – Menyimpan dan melepaskan energi untuk menghaluskan arus.
4. Kapasitor (C) – Mengurangi ripple pada tegangan output agar menjadi DC yang lebih stabil.
5. Controller IC / PWM driver – Mengatur kecepatan switching sesuai kebutuhan output tegangan.

Cara Kerja Dasar

Saat switch aktif (ON), arus dari sumber DC mengalir melalui induktor ke beban sambil menyimpan energi di dalam induktor.

Saat switch tidak aktif (OFF), induktor melepaskan energi yang telah disimpan, menjaga arus tetap mengalir ke beban.

Proses ini terjadi sangat cepat (ribuan hingga jutaan kali per detik) dan dikontrol oleh sinyal PWM (Pulse Width Modulation).

Rata-rata tegangan output ditentukan oleh duty cycle PWM:

$$V_{\text{out}} = D \times V_{\text{in}}$$

Keunggulan Buck Converter

Efisiensi tinggi (>85%, bahkan bisa mencapai >95%).

Panas yang dihasilkan sangat rendah, sehingga tidak memerlukan heatsink besar.

Ukuran kecil, cocok untuk perangkat portabel.

Output stabil, cocok untuk sistem mikrokontroler sensitif.

Contoh Modul Step Down DC ke DC

Salah satu modul buck converter populer adalah LM2596. Modul ini banyak digunakan dalam proyek Arduino dan elektronika karena mudah digunakan, memiliki pengaturan tegangan output (melalui trimpot), dan arus output yang cukup besar (hingga 2A).

Spesifikasi umum LM2596:

Input: 4V – 40V DC

Output: 1.25V – 35V DC (tergantung pengaturan)

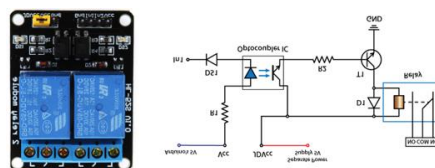
Arus maksimal: 2A (dengan pendingin)

Efisiensi: 75% – 90%

Frekuensi switching: 150 kHz

2.9 Relay

Module relay merupakan suatu piranti yang menggunakan elektromagnetik untuk mengo-perasikan seperangkat kontak saklar. Susunan sederhana module relay terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililitkan pada inti besi. Bila kumparan diberi energi, medan magnet yang terbentuk menarik amatur berpo-ros yang digunakan sebagai pengungkit meka-nisme saklar”.



Gambar 2. 16 Relay

Modul relay ini juga dapat digunakan sebagai switch untuk menjalankan berbagai peralatan elektronik. Misalnya Lampu listrik, Motor listrik, dan berbagai peralatan elektro-nik lainnya. Kendali ON atau OFF switch (relay), sepenuhnya ditentukan oleh nilai out-put sensor, yang setelah diproses Mikrokontroler akan menghasilkan perintah kepada relay untuk melakukan fungsi ON atau OFF.

Modul relay Arduino bekerja dengan prinsip dasar pengendalian relay. Ketika sinyal diberikan ke pin kontrol relay, relay akan beralih ke posisi terbuka atau tertutup. Posisi terbuka menandakan bahwa tidak ada arus listrik yang mengalir melalui relay, sedangkan posisi tertutup memungkinkan arus listrik mengalir. Secara teknis, ketika pin kontrol relay menerima sinyal HIGH dari papan Arduino, maka koil di dalam relay akan teraktivasi. Hal ini menyebabkan kontak relay beralih ke posisi tertutup, sehingga memungkinkan arus listrik mengalir melalui koneksi output relay. Sebaliknya, ketika pin kontrol relay menerima sinyal LOW, maka koil relay dinonaktifkan dan kontak beralih kembali ke posisi terbuka.

Relay 5V memiliki ciri-ciri yang dapat dijabarkan sebagai berikut

- Voltase Normal adalah 5V DC
- Normal Saat Ini adalah 70mA
- Arus beban AC Maks 10A pada 250V AC atau 125V AC
- Arus beban DC Maks 10A pada 30V DC atau 28V DC
- Ini termasuk 5-pin & didesain dengan bahan plastik
- Waktu pengoperasian adalah 10 msec
- Waktu rilis adalah 5 msec

- Peralihan maksimum adalah 300 operasi per menit

2.10 LCD I2C

LCD I2C adalah Modul LCD (Liquid Crystal Display) yang dikendalikan secara serial sinkron dengan menggunakan protokol I2C/IIC (Inter Integrated Circuit) atau TWI (Two Wire Interface). Normalnya, modul LCD dikendalikan secara paralel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. LCD ini dapat berfungsi untuk menampilkan sesuatu berupa teks atau angka yang sudah di program dari mikrokontroler (Veronika Simbar and Syahrin, 2017). LCD I2C/IIC ini mempunyai 4 kaki pin, yaitu pin GND atau Ground, pin VCC 5 volt, pin kontrol SCL dan pin kontrol SDA



Gambar 2. 17 LCD I2C

LCD I2C adalah Modul LCD (Liquid Crystal Display) yang dikendalikan secara serial sinkron dengan menggunakan protokol I2C/IIC (Inter Integrated Circuit) atau TWI (Two Wire Interface). Normalnya, modul LCD dikendalikan secara paralel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. LCD ini dapat berfungsi untuk menampilkan sesuatu berupa teks atau angka yang sudah di program dari mikrokontroler (Veronika Simbar

and Syahrin, 2017). LCD I2C/IIC ini mempunyai 4 kaki pin, yaitu pin GND atau Ground, pin VCC 5 volt, pin kontrol SCL dan pin kontrol SDA.

Karakteristik LCD 16x2:

Tegangan kerja: 5V

Antarmuka: Paralel (8-bit atau 4-bit)

Memiliki register data dan register perintah

Kompatibel dengan Arduino menggunakan library LiquidCrystal

LCD 16x2 memudahkan sistem agar dapat memberikan umpan balik visual secara langsung, sehingga pengguna tidak memerlukan perangkat tambahan untuk mengetahui informasi suhu.

2.11 Sensor Hujan FC-37

Sensor FC-37 adalah modul sensor hujan yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan air, khususnya tetesan hujan. Sensor ini sering digunakan dalam berbagai proyek yang memerlukan pemantauan dan deteksi hujan, seperti sistem kontrol otomatis untuk perangkat rumah tangga atau aplikasi pertanian.



Gambar 2. 18 Sensor Hujan FC-37

Fungsi dan Cara Kerja:

- **Deteksi Hujan:**

Sensor FC-37 mendeteksi tetesan air hujan yang jatuh pada permukaannya dan mengubahnya menjadi sinyal digital atau analog.

- **Output Analog dan Digital:**

Modul ini memiliki dua jenis output: output analog yang memberikan nilai resistansi yang bervariasi tergantung pada tingkat kebasahan sensor, dan output digital yang memberikan sinyal on/off berdasarkan ambang batas yang dapat disesuaikan.

- **Potensiometer:**

Sensor ini dilengkapi dengan potensiometer yang memungkinkan pengguna untuk mengatur sensitivitas sensor pada mode pembacaan digital.

- **Komponen Utama:**

Sensor FC-37 terdiri dari dua bagian utama: papan elektronik yang berisi komponen sensor dan papan pengumpul yang berfungsi menampung tetesan air hujan.

Aplikasi:

- **Sistem Peringatan Hujan:**

Sensor ini dapat digunakan untuk memberikan peringatan dini saat hujan mulai turun, misalnya untuk sistem irigasi otomatis.

- **Kontrol Perangkat Otomatis:**

Sensor FC-37 dapat diintegrasikan dengan perangkat lain, seperti Arduino, untuk mengontrol perangkat elektronik secara otomatis berdasarkan kondisi cuaca.

- **Aplikasi Pertanian:**

Sensor ini dapat digunakan untuk memantau kelembaban tanah dan memberikan informasi apakah tanaman membutuhkan penyiraman.

Spesifikasi:

- **Tegangan:** 3.3-5V DC
- **Output:** Analog dan Digital

2.12 Kabel NYAF

Menentukan penampang kabel listrik adalah sebuah media untuk menyalurkan arus listrik. Setiap kabel listrik terdiri dari bagian isolator dan konduktor. Isolator adalah bahan pembungkus kabel yang biasanya terbuat dari karet atau plastik sebagai pengaman, sedangkan konduktor terbuat dari tembaga atau aluminium.

Kabel NYAF adalah kabel tembaga tipe serabut berinti satu sama seperti NYA, kabel NYAF ini direkomendasikan untuk instalasi yang permanen, didalam panel distribusi atau sebagai konektor dalam panel. Kabel ini mempunyai isolasi PVC hanya satu lapis, sehingga mudah terkelupas dan tidak disarankan dipakai untuk lingkungan yang basah.



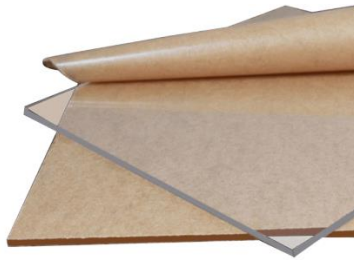
Gambar 2. 19 Kabel NYAF

2.13 Akrilik

akrilik adalah suatu bahan plastik polimer yang menyerupai kaca sehingga sering dipakai menjadi substitusi kaca. Akrilik memiliki kejernihan yang lebih besar serta ukurannya juga lebih ringan daripada kaca..

Keunggulan tersebut membuat akrilik menjadi salah satu material pilihan pengganti kaca. Bahan tersebut juga bisa lebih mudah dibentuk jika dibandingkan dengan kaca. Harga yang lebih terjangkau juga merupakan salah satu pertimbangan bagi banyak orang.

Selain itu, akrilik mempunyai ketahanan fisik yang bagus sehingga bisa awet meski bertahun-tahun digunakan. Warnanya akan tetap sama seperti semula meskipun terkena sinar matahari secara langsung dalam waktu yang lama.



Gambar 2. 20 Akrilik

2.14 Besi Siku

Besi siku adalah profil baja berbentuk huruf "L" dengan sudut 90 derajat. Besi siku terbuat dari baja karbon dan tersedia dalam berbagai ukuran dan

ketebalan. Bentuknya yang khas membuatnya ideal untuk berbagai aplikasi struktural dan mekanis.



Gambar 2. 21 Besi Siku