

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Saat ini penggunaan energi terbarukan tidak dapat dihindari dan terus didorong untuk mengeksploitasinya secara besar-besaran dengan tujuan meminimalisir penggunaan energi fosil. PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) hanya tersedia di siang hari dan akan putus pada saat malam hari atau mendung. Untuk itu dibutuhkan teknologi yang dapat mendukung penggunaan energi tersebut saat malam hari.

Energi matahari yang begitu melimpah merupakan sumber daya alam yang sangat potensial untuk dimanfaatkan walaupun kelemahannya tidak dapat bekerja pada malam hari. Perkembangan teknologi dibidang konversienergi cahaya yaitu solar panel juga sangat pesat dan telah menghasilkan sistem konversi yang lebih efisien dan mudah.

Teknologi PLTS ini perlu diimplementasikan untuk membantu perkembangan khususnya pada bidang pertanian. Alat ini dapat bekerja dengan efisien untuk menyiram tanaman secara otomatis. Dengan demikian pekerjaan petani akan lebih mudah dan dapat menunjang perkembangan teknologi. Judul yang diangkat adalah *“Pemanfaatan Energi Matahari Untuk Penyiraman Tanaman Otomatis Berdasarkan Kebutuhan Tanaman”*

### **I.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian diatas maka permasalahan yang akan diselesaikan pada penulisan ini adalah:

1. Merancang PLTS mini untuk kebutuhan penyiraman tanaman.
2. Bagaimana mengatur agar energi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai penyiram tanaman.
3. Bagaimana merancang sistem aktifasi pompa otomatis berdasarkan kebutuhan.

### **I.3 Tujuan Penelitian**

Karya Tulis Ilmiah ini dibuat dengan tujuan sebagai berikut:

1. Merancang sistem dan pengaturan waktu aktifasi penyiram tanaman otomatis menggunakan pompa air.
2. Membangun sebuah sistem pembangkit energi terbarukan dengan basis energi matahari.
3. Memperkirakan energi yang diperlukan rancangan PLTS

#### **I.4 Batasan Masalah**

Sesuai dengan masalah penelitian yang telah dijelaskan di atas, selanjutnya dirumuskan batasan masalah. Adapun maksud dari penetapan batasan masalah ini adalah agar pembahasan mengenai alat ini lebih jelas, terarah dan tidak terlalu melebar. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kinerja alat yang akan dirancang dinyatakan dalam bentuk keberfungsian alat selama waktu yang dibutuhkan.
2. Indikator alat yang akan dirancang meliputi volume air, performance / kinerja alat, dan mengukur waktu.
3. Aktifasi alat bekerja berdasarkan timer dan tetap menyala saat hujan.

#### **I.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat Karya Tulis Ilmiah ini adalah sebagai berikut:

1. Mempermudah pekerjaan manusia.
2. Mempermudah proses penyiraman tanaman.
3. Mengembangkan teknologi.

#### **I.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dibuat dalam 5 bab dengan pembahasan masing-masing bab adalah sebagai berikut :

- Bab I** : Pembahasan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah dan manfaat penelitian sistematika dan metodologi yang digunakan.
- Bab II** : Uraian tentang teori-teori pendukung yang ada dan berkaitan dengan pembahasan yang sedang dibuat.
- Bab III** : Pembahasan tentang metodologi penelitian antara lain lokasi penelitian, peralatan pendukung serta bahan-bahan, prinsip kerja, diagram blok sistem dan flowchart sistem.
- Bab IV** : Pembahasan tentang hasil rancangan dan hasil analisa kinerja alat yaitu hasil pengujian, dan sebagainya.
- Bab V** : Kesimpulan dan saran yaitu tentang kesimpulan hasil, pengujian dan saran untuk menyempurnakan maupun mengembangkan sistem.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Tugas akhir ini akan dibahas beberapa teori dasar mengenai sel surya, mikrokontroler, pompa air, boost controller, inverter, digital clock/timer dan baterai. Adapun penjelasannya sebagai berikut.

## II.1 Sel Surya

Sel surya adalah sebuah alat yang tersusun dari material semikonduktor yang dapat mengubah sinar matahari menjadi tenaga listrik secara langsung. Sering juga dipakai istilah photovoltaic atau fotovoltaiik. Sel surya pada dasarnya terdiri atas sambungan p-n yang sama fungsinya dengan sebuah dioda. Sederhananya, ketika sinar matahari mengenai permukaan sel surya, energi yang dibawa oleh sinar matahari ini akan diserap oleh elektron pada sambungan p-n untuk berpindah dari bagian p ke n dan untuk selanjutnya mengalir keluar melalui kabel yang terpasang ke sel.

Adapun persamaan yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

- **Rumus Daya Input**

$$P_{in} = I_r \text{ (rata-rata)} \times A \quad (\text{Watt}) \quad (2.1)^1$$

Keterangan:

$P_{in}$  = Daya Input Maksimum (Watt)  
 $I_r$  = Intensitas Irradiasi Matahari ( $\text{W}/\text{m}^2$ )  
 $A$  = Luas Penampang Sel Surya ( $\text{m}^2$ )

- **Rumus Daya Output**

$$P_{out} = V_{rata-rata} \times I_{rata-rata} \times FF \quad (\text{Watt}) \quad (2.2)^1$$

Keterangan:

$P_{out}$  = Daya Keluaran (Watt)  
 $I$  = Arus Sel Surya (Ampere)  
 $V$  = Tegangan Sel Surya (Volt)

- **Rumus Efisiensi**

---

<sup>1</sup> Dahliyah, dkk, 2021. "Efisiensi Panel Surya 100 Wp Akibat Suhu dan Kecepatan Angin", Jurnal Ilmiah Sutet, Vol. 11, No. 2, P-ISSN 2356-1505, E-ISSN 2656-9175, Hal. 72-80.

$$\eta = \frac{V \times I \times FF}{I_r \times A} \times 100\% \quad \text{atau} \quad \eta = \frac{P_o \times FF}{P_{in}} \times 100\% \quad (\%) \quad (2.3)^1$$

Keterangan:

$\eta$	= Efisiensi sel surya	(%)
$V$	= Tegangan	(Volt)
$I$	= Arus	(Ampere)
$FF$	= <i>Fill factor</i>	(%)
$A$	= Luas permukaan panel surya	(m <sup>2</sup> )

- **Rumus Fill Factor**

$$FF = \frac{V_{pm} \times I_{pm}}{V_{oc} \times I_{sc}} \times (\%) \quad (2.4)^1$$

Keterangan:

$V_{pm}$	= Tegangan pada titik kerja maksimum	(Volt)
$I_{pm}$	= Arus pada titik kerja maksimum	(Ampere)
$V_{oc}$	= Tegangan rangkaian terbuka	(Volt)
$I_{sc}$	= Arus hubung singkat	(Ampere)

- **Rumus Daya Maksimum Panel Surya**

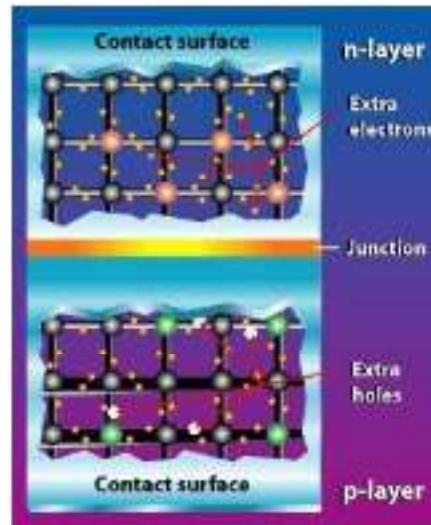
$$\begin{aligned} P_{out} &= V_{maks} \times I_{maks} \times FF \quad (\text{Watt}) \\ P_{in} &= I_{maks} \times A \quad (\text{Watt}) \end{aligned} \quad (2.5)^1$$

Keterangan:

$I_{maks}$	= Irradiasi tertinggi	(W/m <sup>2</sup> )
$A$	= Luas penampang panel surya	(m <sup>2</sup> )
$V_{maks}$	= Tegangan tertinggi	(Volt)
$I_{maks}$	= Arus tertinggi	(Ampere)

Pada gambar 2.1 merupakan contoh dari sel surya secara ilustrasi beserta cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction. Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip p-n junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi kelebihan hole dan elektron tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p, silikon didoping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n,

silikon didoping oleh atom fosfor. Ilustrasi pada gambar 2.1. menggambarkan junction semikonduktor tipe-p dan tipe-n.<sup>2</sup>

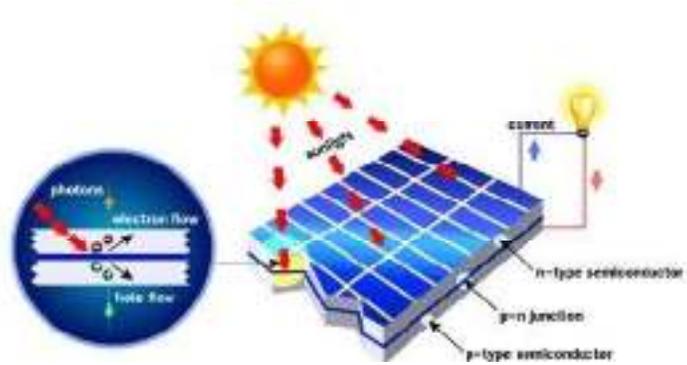


Gambar 2.1. Junction Semikonduktor Tipe-p dan Tipe-n

Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron dan hole bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika smikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga 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 cahaya matahari mengenai susunan p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang. Contoh ilustrasi sel surya dan cara kerjanya dapat dilihat pada gambar 2.2.

---

<sup>2</sup> Sianipar, Rafael, 2014. "Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya", JETri Journal, Vol. 11, No. 2, ISSN 1412-0372, Hal. 61-78.



Gambar 2.2. Ilustrasi Sel Surya Beserta Cara Kerja Sel Surya Dengan Prinsip p-n Junction

### II.1.1 Sel Surya Monocrystalline

Jenis panel surya pertama yang akan dibahas adalah solar surya monocrystalline. Jenis komponen sel surya yang satu ini merupakan jenis yang paling banyak digunakan karena kelebihan yang dimilikinya. Sel surya ini terbuat dari silikon yang diiris tipis-tipis dengan menggunakan mesin. Irisan bisa menjadi lebih tipis dan juga karakteristiknya identik karena penggunaan mesin potong. Contoh sel surya monocrystalline dapat dilihat pada gambar 2.3.<sup>3</sup>



Gambar 2.3. Sel Surya Monocrystalline

<sup>3</sup> PT. Surya Utama Putra, 2016. "Pengertian dan Jenis Sel Surya", <https://suryautamaputra.co.id/blog/2016/04/16/pengertian-dan-jenis-sel-surya/> , (2023, 09 Maret).

Untuk kelebihanannya, jenis sel surya ini bisa disebut sebagai salah satu sel surya yang paling efisien digunakan. Hal ini disebabkan karena penampangannya dapat menyerap cahaya matahari dengan lebih efisien dibandingkan dengan bahan sel surya lainnya. Efisiensi konversi cahaya matahari menjadi listrik yang dimiliki oleh bahan sel surya ini adalah sekitar 15%. Jumlah ini merupakan salah satu jumlah yang cukup besar jika dibandingkan dengan bahan penyusun sel surya lain meski dengan ukuran yang sama.<sup>4</sup>

Panel surya ini juga menjadi salah satu yang paling banyak digunakan karena paling cocok untuk kebutuhan sehari-hari. Sel surya jenis ini juga bisa menggunakan berbagai peralatan listrik termasuk pompa submersible. Untuk ciri-ciri panel surya monocrystalline ini memiliki warna hitam dan juga bentuk yang tipis.

### II.1.2 Sel Surya Polycrystalline

Teknologi panel surya ini merupakan teknologi panel yang terbuat dari batang silikon yang kemudian dicairkan. Teknologi panel ini memiliki kelebihan dari segi susunannya yang lebih rapi dan lebih rapat. Untuk ciri-cirinya, biasanya solar panel ini memiliki penampilan yang unik karena terkesan seperti ada retakan-retakan di dalam sel surya yang dimilikinya. Gambar 2.4. merupakan contoh gambar sel surya polycrystalline.



Gambar 2.4. Sel Surya Polycrystalline

---

<sup>4</sup> PT. Hexana Indonesia, 2022. "Jenis – jenis Panel Surya dan Kelebihanannya", <https://www.hexana.co.id/post/jenis-jenis-panel-surya-dan-kelebihannya-1> , (2023, 07 Maret).

Jika dibandingkan dengan efisiensi monocrystalline, polycrystalline ini memiliki efisiensi yang lebih rendah. Oleh karena itu untuk menghasilkan tenaga listrik dengan jumlah yang sama, jenis panel surya ini akan diperlukan penampang yang lebih besar.

### **II.1.3 Sel Surya Thin Film**

Sel surya ini merupakan sebuah teknologi solar panel yang dibuat menggunakan sel surya yang tipis kemudian dipasangkan pada sebuah lapisan dasar. Dengan begitu jika dilihat secara fisik, solar panel ini merupakan film solar sel yang memiliki dua lapisan. Contoh sel surya thin film dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Sel Surya Thin Film

Kelebihan yang dimiliki oleh teknologi jenis ini, bisa dilihat dari kondisi fisiknya yang tipis. Hal ini menyebabkan solar panel jenis ini memiliki bobot yang lebih ringan dan memiliki sifat yang lebih fleksibel. Selain itu teknologi solar panel ini merupakan teknologi yang dapat bekerja dengan sangat baik ketika berada pada cahaya fluorescent.

Untuk solar panel jenis ini hanya bisa mendapatkan penangkapan sebesar 8,5% untuk penampang yang sama luasnya dengan monocrystalline. Untuk penggunaannya, jenis panel yang satu ini memang lebih cocok digunakan untuk kebutuhan komersil.

### **II.2 Accumulator (Aki)**

Mengingat PLTS sangat tergantung pada kecukupan energi matahari yang diterima panel surya, maka diperlukan media penyimpan energi sementara bila sewaktu-waktu panel tidak

mendapatkan cukup sinar matahari atau untuk penggunaan listrik malam hari. Baterai harus ada pada sistem PLTS terutama tipe Off Grid.

Beberapa teknologi baterai yang umum dikenal adalah lead acid, alkalin, NiFe, Ni-Cad dan Li-ion. Baterai lead acid dinilai lebih unggul dari jenis lain jika mempertimbangkan kedua aspek tersebut. Pada PLTS, baterai yang berfungsi untuk penyimpanan (storage) juga berbeda dari baterai untuk buffer atau stabilitas.

Baterai untuk pemakaian PLTS lazim dikenal dan menggunakan deep cycle lead acid, artinya muatan baterai jenis ini dapat dikeluarkan (discharge) secara terus menerus secara maksimal mencapai kapasitas nominal. Baterai adalah komponen utama PLTS yang membutuhkan biaya investasi awal terbesar setelah panel surya dan inverter. Namun, pengoperasian dan pemeliharaan yang kurang tepat dapat menyebabkan umur baterai berkurang lebih cepat dari yang direncanakan, sehingga meningkatkan biaya operasi dan pemeliharaan. Atau dampak yang paling minimal adalah baterai tidak dapat dioperasikan sesuai kapasitasnya.

Kapasitas baterai yang diperlukan tergantung pada pola operasi PLTS. Besar kapasitas baterai juga harus mempertimbangkan seberapa banyak isi baterai akan dikeluarkan dalam sekali pengeluaran. Kapasitas baterai dinyatakan dalam Ah atau Ampere hours. Jika suatu PLTS menggunakan baterai dengan kapasitas 2000 Ah dengan tegangan sekitar 2 Volt. Maka baterai tersebut memiliki kemampuan menyimpan muatan sekitar  $2000 \text{ Ah} \times 2 \text{ V}$  atau 4 kWh.

Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam menentukan jenis dan kapasitas baterai untuk suatu PLTS dan pengaruhnya pada umur baterai antara lain: DoD (Depth of Discharge), jumlah siklus, efisiensi baterai, discharge/charge rate dan temperatur.



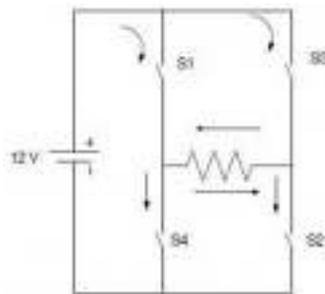
Gambar 2.6. Aki / Accu

Gambar 2.6. merupakan contoh gambar aki. Aki terbagi menjadi beberapa jenis diantaranya tergantung kebutuhan. Beberapa jenis aki umumnya digunakan untuk kebutuhan kelistrikan.

### II.3 Inverter

Inverter adalah converter DC (Direct Current) ke AC (Alternating Current) yaitu rangkaian pengubah tegangan DC menjadi tegangan AC baik dalam bentuk gelombang sinus, gelombang kotak, sinus modifikasi dan segi tiga. Gambar 2.7. memperlihatkan cara kerja dari inverter.<sup>5</sup>

Inverter adalah converter DC (Direct Current) ke AC (Alternating Current) yaitu rangkaian pengubah tegangan DC menjadi tegangan AC baik dalam bentuk gelombang sinus, gelombang kotak, sinus modifikasi dan segi tiga. Gambar 2.7. memperlihatkan cara kerja dari inverter.



Gambar 2.7. Cara Kerja Inverter

Bila sakelar S1 dan S2 dalam kondisi on maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah sakelar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. Inverter biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa (pulse width modulation – PWM) dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC.

Inverter adalah “jantung” dalam sistem suatu PLTS. Inverter berfungsi mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak balik (AC). Tegangan DC dari panel surya cenderung tidak konstan sesuai dengan tingkat radiasi matahari. Tegangan masukan

---

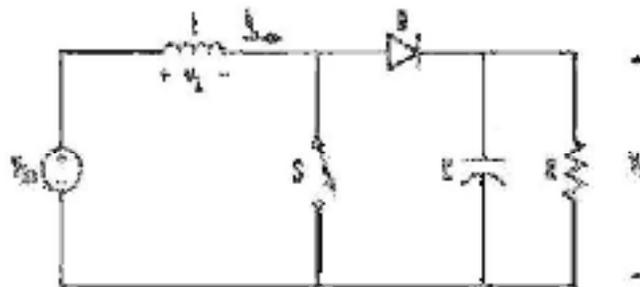
<sup>5</sup> Setiawan, David, dkk, 2019. “DESAIN DAN ANALISIS INVERTER SATU FASA BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN METODE SPWM”, Jurnal Teknik, Vol. 13, No. 2, 3470-Article Text-8358-1-10-20200123, Hal. pp 128 – 135.

DC yang tidak konstan ini akan diubah oleh inverter menjadi tegangan AC yang konstan yang siap digunakan atau disambungkan pada sistem yang ada, misalnya jaringan PLN. Parameter tegangan dan arus pada keluaran inverter pada umumnya sudah disesuaikan dengan standar baku nasional/internasional.

Saat ini, seluruh inverter menggunakan komponen elektronika dibagian dalamnya. Teknologi terkini suatu inverter telah menggunakan IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) sebagai komponen utamanya menggantikan komponen lama BJT, MOSFET, J-FET, SCR dan lainnya. Karakteristik IGBT adalah kombinasi keunggulan antara MOSFET dan BJT.

#### II.4 Boost Converter

*Boost Converter* adalah konverter yang menghasilkan tegangan *output* lebih besar dari tegangan *inputnya*. Tegangan *output* yang dihasilkan dari *boost converter* memiliki polaritas yang sama dengan tegangan *input*. Konverter ini bekerja secara periodik saat saklar terbuka dan tertutup.<sup>6</sup>



Gambar 2.8. Rangkaian Dasar Boost Converter

Pada gambar 2.8. *Boost converter* bekerja pada dua kondisi yaitu saat saklar ON dan saat saklar OFF. Ketika saklar pada kondisi ON, dioda menjadi *reverse* bias sehingga besarnya arus induktor sama dengan arus masukan. Pada kondisi ini induktor akan menyimpan energi. Sedangkan ketika saklar pada kondisi OFF, dioda akan menjadi *forward* bias dan induktor akan melepas energi yang telah tersimpan sebelumnya. Sehingga pada kondisi ini besarnya tegangan beban adalah tegangan masukan ditambah dengan tegangan induktor.

---

<sup>6</sup> Febrianto, Rendi, dkk, 2018. "Rancang Bangun Boost Converter Untuk Proses Discharging Baterai Pada Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (Pjuts)", Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan 2018, Hal 159-163, Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Besarnya tegangan keluaran dari *boost converter* ditentukan berdasarkan persamaan berikut

$$V_0 = \frac{V_i}{(1-D)} \quad (2.6)$$

$V_0$  = tegangan keluaran

$V_i$  = tegangan masukan

$D$  = *duty cycle*

## II.5 Pompa Air

Pompa air adalah alat yang memindahkan air dari tempat bertekanan rendah ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi. Gambar 2.9. adalah contoh gambar pompa air.



Gambar 2.9. Pompa Air

Pompa adalah suatu alat atau mesin untuk memindahkan cairan dari satu tempat ketempat lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.<sup>7</sup>

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (suction) dengan bagian keluar (discharge). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga ( penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran.

---

<sup>7</sup> Gusniar, Nugraha, Iwan, 2014. "OPTIMALISASI SISTEM PERAWATAN POMPA SENTRIFUGAL DI UNIT UTILITY PT.ABC", Jurnal Ilmiah Solusi, Vol. 1, No.1, Naskah-81-2-10-20160731, Hal. 77-86.

Pompa Sentrifugal termasuk salah satu jenis pompa pemindah non positif yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetis (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu impeller yang berputar dalam casing kedalam pompa tekanan dinamis. Dimana pompa jenis ini memiliki impeller yang berfungsi untuk mengangkat fluida dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi atau dari tekanan yang rendah ke tekanan yang lebih tinggi.

Daya putar dari penggerak mula (motor/turbin) diberikan pada poros pompa untuk memutar impeller, impeller yang berputar akan menghisap fluida lalu memutarkannya. Akibat dari putaran fluida cair yang cepat maka timbul gaya Sentrifugal yang besar sehingga cairan akan terlempar dan mengalami kenaikan kecepatan. Setelah keluar dari impeller, fluida akan mengalir dan ditampung pada saluran berbentuk spiral (volute) kemudian sebagian kecepatan aliran dirubah menjadi tekanan keluaran (discharge pressure). Jadi di dalam impeller, fluida mengalami kenaikan energi kinetik.

## II.6 Relay

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur tertarik menuju inti, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka.<sup>8</sup>

Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan elektromagnet relay terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah. Bagian utama relay elektro mekanik adalah sebagai berikut. Kumparan elektromagnet Saklar atau kontaktor Swing Armatur Spring (Pegas). Tampilan relay dapat dilihat pada gambar 2.10.

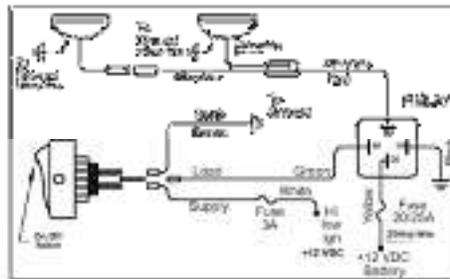
---

<sup>8</sup> Turang, Octavianus, Alexander, Daniel, (2015, 14 November). "PENGEMBANGAN SISTEM RELAY PENGENDALIAN DAN PENGHEMATAN PEMAKAIAN LAMPU BERBASIS MOBILE", Seminar Nasional Informatika 2015 (semnasIF 2015), UPN Veteran Yogyakarta, Yogyakarta.



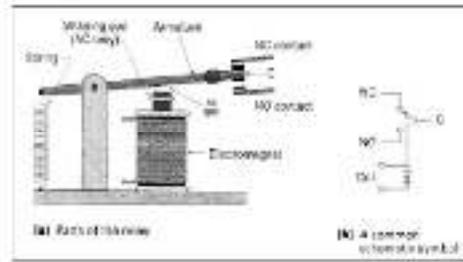
Gambar 2.10. Relay

Relay dapat digunakan untuk mengontrol motor AC dengan rangkaian kontrol DC atau beban lain dengan sumber tegangan yang berbeda antara tegangan rangkaian kontrol dan tegangan beban. Rangkaian penggerak relay dapat dilihat pada gambar 2.11. Diantara aplikasi relay yang dapat ditemui diantaranya adalah : Relay sebagai kontrol ON/OFF beban dengan sumber tegangan berbeda. Relay sebagai selektor atau pemilih hubungan. Relay sebagai eksekutor rangkaian delay (tunda) Relay sebagai protektor atau pemutus arus pada kondisi tertentu.



Gambar 2.11. Rangkaian Penggerak Relay

Pada gambar 2.11. merupakan rangkaian penggerak relay. Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang dapat digerakkan oleh arus listrik untuk mengendalikan rangkaian elektronik lainnya. Ketika *coil* mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup. Skema relay bekerja dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. Skema Relay Elektromekanik

Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu :

1. Coil : Lilitan dari *relay*
2. Common : Bagian utama kontak yang tersambung dengan NC (dalam keadaan normal)
3. Contact : Terdiri dari *Normally Closed* (NC) dan *Normally Open* (NO)

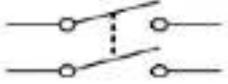
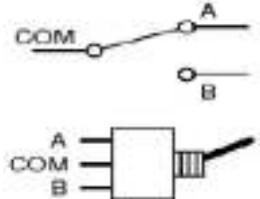
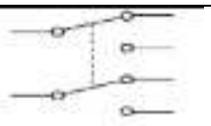
Adapun jenis-jenis relay adalah sebagai berikut :

1. Timing Relay merupakan jenis relay yang khusus. Cara kerjanya jika *coil* dari timing relay ON, maka beberapa detik kemudian, *contact* relay akan ON atau OFF (sesuai jenis NO/NC).
2. Latching relay merupakan jenis relay yang digunakan untuk latching atau mempertahankan kondisi aktif input sekalipun input sebenarnya sudah mati. Cara kerjanya jika *latch coil* diaktifkan, relay tidak akan bisa dimatikan kecuali *unlatch coil* diaktifkan.

Relay dibedakan berdasarkan pole dan throw yang dimilikinya. *Pole* adalah banyaknya contact yang dimiliki oleh relay, sementara *throw* adalah banyaknya kondisi (state) yang mungkin dimiliki contact. Penggolongan relay berdasarkan jumlah pole dan throw dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Jenis / Penggolongan Relay

Jenis Relay	Simbol	Contoh Gambar
SPST		

(Single Pole Single Throw)		
DPST (Double Pole Single Throw)		
SPDT (Single Pole Double Throw)		
DPDT (Double Pole Double Throw)		

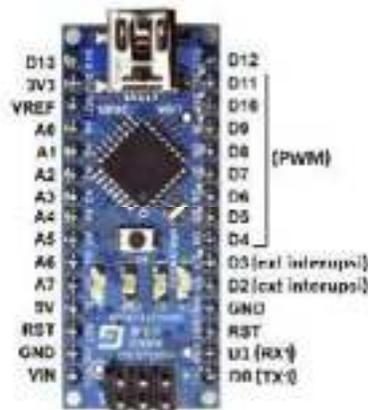
Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

1. Relay berfungsi untuk proses penerapan fungsi logika atau logic function.
2. Relay berfungsi sebagai time delay (menunda waktu) pada perangkat elektronik.
3. Dengan adanya sinyal bertegangan rendah, fungsi relay adalah sebagai pengendali sirkuit dengan tegangan tinggi.
4. Fungsi relay pada motor adalah untuk meminimalisir adanya kelebihan tegangan pada motor maupun rangkaian lainnya.
5. Relay dapat berfungsi sebagai saklar untuk rangkaian dengan arus tinggi sekalipun.
6. Selain itu, fungsi relay adalah untuk meminimalisir resiko voltage drop menuju beban.<sup>9</sup>

## II.7 Mikrokontroler Arduino Nano

<sup>9</sup> Abadi, Risky, 2023. "Relay: Pengertian, Fungsi, Gambar Simbol, Cara Kerja, Jenis", <https://thecityfoundry.com/relay/>, (2023, 13 Maret).

Arduino Nano adalah papan pengembangan (development board) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P dengan bentuk yang sangat mungil. Secara fungsi tidak ada bedanya dengan Arduino Uno. Perbedaan utama terletak pada ketiadaan jack power DC dan penggunaan konektor Mini-B USB. Berikut ini menunjukkan lay-out board Arduino Nano serta keterangan pin-pin yang terdapat pada board Arduino Nano pada gambar 2.13.<sup>10</sup>



Gambar 2.13. Arduino Nano

Arduino Nano dapat dengan mudah diprogram dengan menggunakan software Arduino (sketch). Pada menu program, pilih tool – board kemudian pilih jenis board yang akan diprogram. Untuk memprogram board Arduino dapat memilih tipe board Arduino diecimila atau duemilanove atau langsung memilih Nano W/atmega168 atau Nano W/atmega328.<sup>11</sup>

Arduino Nano sudah dilengkapi dengan program bootloader, sehingga programmer dapat langsung meng-up-load kode program langsung ke board Arduino Nano tanpa melalui board perantara atau hardware lain. Komunikasi ini menggunakan protokol STK500 keluaran ATMEL.

Programmer juga dapat meng-upload program ke board Arduino Nano tanpa menggunakan bootloader, tetapi melalui ICSP (in-circuit serial programming) header yang sudah tersedia di board Arduino Nano.

---

<sup>10</sup> Kurniawan, Dayat., 2010. *Aplikasi elektronika dengan bahasa C*, Elex media Komputindo, Jakarta.

<sup>11</sup> Iksal, dkk, (2018, 02-03 November). “Perancangan Sistem Kendali Otomatisasi On-Off Lampu Berbasis Arduino dan Borland Delphi”, Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Serang Raya, Serang-Banten.

## II.8 Timer

Timer digunakan untuk memperoleh periode waktu yang dapat diatur atau di set menurut kebutuhan. Setelah di atur, timer tidak boleh dirubah sampai pada saat yang ditentukan, posisinya akan berubah sendiri.

Bagian input timer biasanya dinyatakan sebagai kumparan (Coil) dan bagian outputnya sebagai kontak NO atau NC. Kumparan pada timer akan bekerja selama mendapat sumber arus. Apabila telah mencapai batas waktu yang diinginkan maka secara otomatis timer akan mengunci dan membuat kontak NO menjadi NC dan NC menjadi NO.<sup>12</sup>

Setelah mendapat sumber listrik, ditandai dengan lampu power menyala (merah / hijau) kemudian timer akan mulai bekerja menghitung waktu. maka kontak output timer akan bekerja / beroperasi. Kontak timer berupa normally close (NC) dan normally open (NO). Gambar 2.14. merupakan contoh gambar timer.<sup>13</sup>



Gambar 2.14. Timer Digital

---

<sup>12</sup> BUILDER Future Construction, 2021. "Fungsi TDR dan Cara Kerja Time Delay Relay Pada Otomasi Listrik", <https://www.builder.id/tdr-dan-cara-kerja-time-delay-relay/>, (2023, 11 Maret).

<sup>13</sup> Patuwondatu, Heniastuty, Marrini., 2013. INSTALASI TIMER DIGITAL PADA STOP KONTAK DENGAN MENGGUNAKAN ARDUINO. Program Studi Diploma III Teknik Komputer FT. Universitas Batam, Tugas Akhir tidak diterbitkan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **III.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di area pekarangan rumah yang beralamat di Jalan SM Raja Gang Mesjid Ujung No.57B. Waktu yang dibutuhkan mulai dari tahap awal perancangan alat sampai pengukuran sekitar tiga bulan. Waktu pengukuran dilakukan berkala dalam 2 hari mulai pukul 10.00 sampai pukul 15.00.

#### **III.2 Bahan-Bahan dan Peralatan Pendukung**

Alat yang akan dirancang bekerja sesuai dengan sistem PLTS. Adapun spesifikasi bahan-bahan dan peralatan yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Bahan-bahan dan Peralatan Pendukung

No.	Bahan-Bahan dan Peralatan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Solar Panel	50 WP	1 Buah
2.	Mikrokontroler Arduino nano	R3 328	1 Buah
3.	Pompa Air	Pompa Centrifugal 50 W	1 Buah
4.	Inverter	300 W	1 Buah
5.	Selang Air	Tebal	Secukupnya
6.	Sprinkle / Nozel	Putar	Secukupnya
7.	Baterai	12 V / 7,2 AH	1 Buah
8.	Alat Ukur /	Digital	1 Buah

	Multimeter		
9.	Wattmeter	Digital	1 Buah
10.	Clampmeter	Digital	1 Buah
11.	Timer	Digital	Seperlunya
12.	Solar Power Meter	Digital	1 Buah

### III.3 Tahapan Penelitian Dan Perancangan Sistem

Metode yang digunakan adalah metode perancangan umum yaitu mulai dari studi literatur, pengamatan atau observasi, bimbingan dosen, dan perancangan sistem seperti diagram blok, skematik rangkaian, perakitan komponen, hingga pengujian sistem. Data-data diperoleh dari hasil pengujian dan datasheet komponen. Dari hasil pengujian kemudian dirumuskan kesimpulan penelitian.

#### 1. Studi Pendahuluan

Mengadakan bimbingan kepada dosen pembimbing mengenai judul dan topik pembahasan yang diarahkan untuk dapat merancang penyiram tanaman dengan menggunakan solar cell.

#### 2. Data Kepustakaan

Pengumpulan data dengan cara membaca dan mempelajari berbagai literatur-literatur, referensi, tulisan-tulisan dan bahan-bahan kuliah yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan guna memperoleh landasan teori yang berkaitan dengan materi yang menjadi pembahasan dalam penulisan tugas akhir ini.

#### 3. Penelitian Lapangan

Penelitian yang dilakukan secara langsung terhadap objek penelitian yaitu analisis kinerja solar cell dalam melakukan penyiraman tanaman.

#### 4. Tahap Perancangan

Dalam perancangan alat tugas akhir ini dilakukan secara berkala sesuai dengan ketentuan yang ada dari hasil bimbingan dan studi yang berlangsung.

### 5. Pengujian dan Hasil

Menguji apakah alat dapat bekerja dan merangkum hasil yang diperoleh dari sistem dan kinerja alat. Tahapan penelitian dapat dilihat pada tabel 3.2.

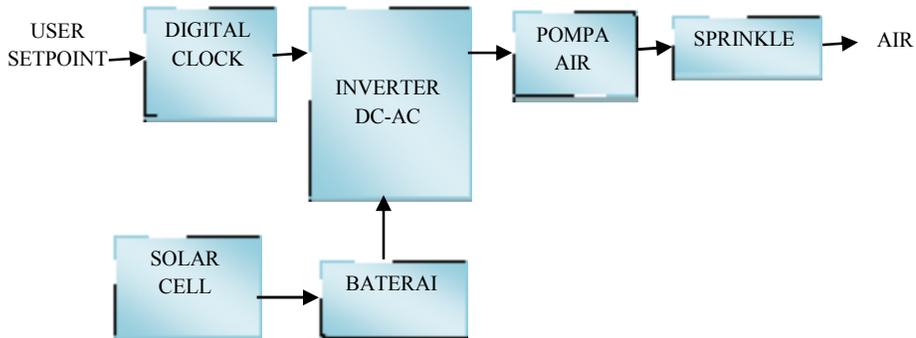
Tabel 3.2. Tahapan Penelitian

NO	NAMA KEGIATAN	MINGGU KE															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Studi Pendahuluan	■	■														
2	Data Kepustakaan			■	■	■	■	■	■	■	■						
3	Penelitian Lapangan											■	■	■			
4	Tahap Perancangan														■	■	



dengan rangkaian kontrol DC. Pengoperasian sistem pada alat akan dilakukan menggunakan timer. Timer akan mengatur berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alat. Ketika alat bekerja air akan dialirkan oleh pompa air untuk menyiram tanaman dan disebar dengan menggunakan sprinkle dengan putaran searah.

#### III.4 Diagram Blok



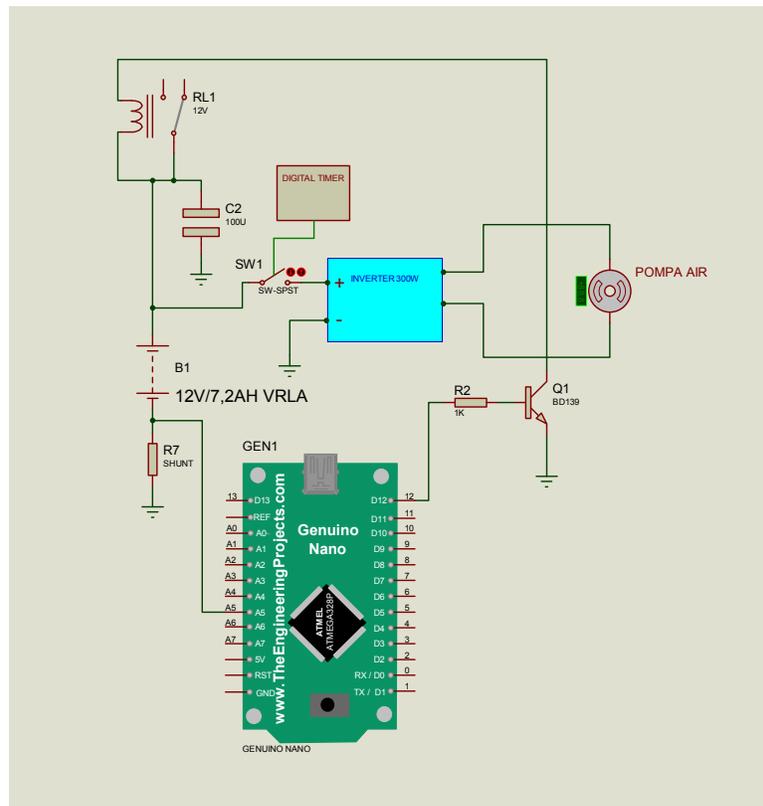
Gambar 3.2. Diagram Blok Rancangan Sistem Alat

Gambar 3.2. merupakan gambar diagram blok sistem dari alat yang dirancang yaitu sebuah sistem penggerak pompa air untuk menyiram tanaman tenaga matahari yang dioperasikan berdasarkan kebutuhan. Masukan sistem seperti yang terlihat pada gambar diagram yaitu berasal dari user setpoint. User dapat mengatur waktu kapan proses penyiraman dilakukan melalui digital clock atau jam digital. Jika saatnya tiba inverter akan diaktifkan dan proses inversi dari sumber arus DC menjadi arus bolak-balik 220V untuk menghidupkan pompa. Pompa yang telah aktif akan menghisap air dan melakukan pengairan tanaman hingga jeda waktu berakhir. Demikianlah fungsi dan cara kerja diagram blok diatas.

Rangkaian yang dirancang berbasis inverter. Cara kerja sistem adalah dimulai dari digital clock atau jam digital. Sebelumnya jam digital di set oleh user untuk menentukan jadwal aktifasi pompa. Jam digital yang digunakan adalah tipe multi sesi sehingga dapat diatur untuk bekerja pada beberapa jadwal. Rancangan ini hanya menggunakan 2 jadwal penyiraman yaitu jadwal pagi dan sore. Setelah jam mencapai jadwal yang telah di set, relay akan on dan menghubungkan arus ke inverter. Saat itu inverter akan mengubah arus DC dari baterai menjadi tegangan bolak-balik 220V. Output inverter inilah yang akan menggerakkan pompa AC untuk

melakukan penyiraman tanaman. Waktu aktifasi diatur 10 sampai 15 menit penyiraman. Saat waktu telah habis, jam digital akan mematikan relay dan arus ke inverter akan terhenti.

### III.5 Rangkaian Keseluruhan Alat



Gambar 3.3. Rangkaian keseluruhan pompa penyiram tanaman

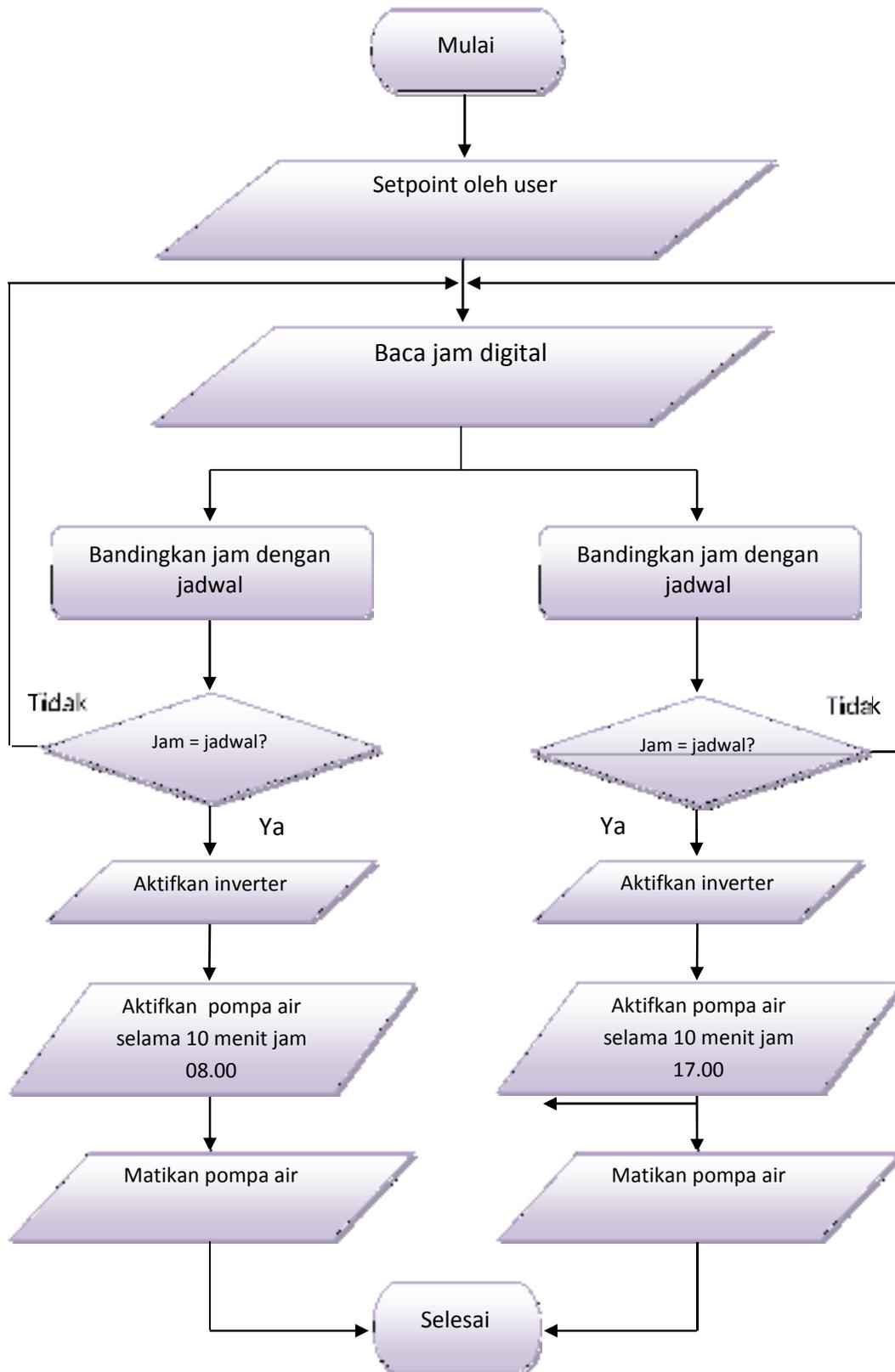
Pada gambar 3.3. kita dapat melihat keseluruhan rangkaian alat yang dibuat yaitu pompa air penyiram tanaman. Adapun fungsi dari masing-masing komponen yang digunakan pada sistem adalah sebagai berikut:

1. **Digital Clock** – merupakan alat penentu waktu yang dapat diatur ulang jadwal aktifasi alat.
2. **Baterai** – sebagai penyimpan muatan listrik atau energi listrik. Baterai menerima arus dari sebuah solar panel yaitu energi matahari. Kemudian disalurkan ke inverter untuk diubah menjadi listrik AC 220V.

3. **Inverter** – merupakan alat yang berfungsi mengubah arus DC menjadi arus AC dengan tegangan 12V menjadi 220V. Inverter digunakan untuk menjalankan beban AC seperti pompa air.
4. **Pompa** – berfungsi sebagai alat memindahkan massa air dari satu titik ke titik lain. Dalam hal ini adalah memindahkan air ke tanaman dalam bentuk menyebar ke tanaman.
5. **Sprinkle** – berfungsi untuk menyebar air agar area penyiraman meluas dan mengenai tanaman.

### III.6 Diagram Alir (Flowchart)

Gambar 3.4. merupakan diagram alir alat penyiram tanaman otomatis berdasarkan kebutuhan. Dimulai dengan menyalakan alat dan mengatur jadwal sesuai waktu yang diinginkan. Jam digital akan membaca jadwal yang sudah diatur, lalu membandingkan waktu dengan jadwal. Jika waktu belum sesuai dengan jadwal, maka proses akan kembali. Jam digital membaca ulang jadwal, dan membandingkannya kembali dengan waktu yang sudah ditentukan. Jika waktu sudah sesuai jadwal, maka inverter akan diaktifkan dan pompa air juga akan menyala selama 10 menit. Air akan dialirkan ke sprinkle yaitu penyebar air. Proses selesai, lalu pompa air akan dimatikan.



Gambar 3.4. Diagram Alir (Flowchart)