

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Lampu lalu lintas sangat diperlukan untuk mengatur lalu lintas di persimpangan jalan. Hampir semua persimpangan jalan raya telah menggunakan lampu lalu lintas untuk mengatur pergerakan kendaraan dan pengguna jalan lainnya. Kebanyakan lampu lalu lintas menggunakan listrik dari jaringan Perusahaan Listrik Negara (PLN). Kelemahan dari system ini yaitu:

1. Pada saat PLN padam Lampu Lalu Lintas tidak dapat beroperasi sehingga mengakibatkan terjadinya kemacetan bahkan menimbulkan kecelakaan lalu lintas yang parah.
2. Tidak dapat digunakan disemua tempat.

Dengan mempertimbangkan kelemahan di atas, perlu dicari alternatif untuk mengatasi masalah tersebut. Tugas akhir ini menawarkan sebuah solusi menggunakan energi terbarukan, khususnya yang berasal dari energy matahari. Keuntungan menggunakan tenaga surya untuk lampu lalu lintas antara lain menghemat energi listrik sehingga energi listrik dari PLN yang dialokasikan untuk lampu lalu lintas dapat dialihkan ke pelanggan lain misalnya daerah yang banyak penduduk. Selain itu keuntungan yang diperoleh adalah adanya peluang penghematan biaya, karena energi matahari bisa didapat kan secara gratis.

Berdasarkan latar belakang diatas, pada tugas akhir ini penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Rancang Bangun Miniatur Traffic Light Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Sumber Listrik Tenaga Surya”**.

Adapun manfaat dari penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan pengetahuan dan pengalaman terhadap mahasiswa tentang pengontrolan traffic light berbasis mikrokontroler Atmega 8535 Sumber Listrik Tenaga Surya.
2. Menambah wawasan bagi penulis agar menjadi bekal untuk terjun di dunia kerja
3. Manfaat dari pihak lain terutama pengguna jalan akan merasa lebih nyaman dan terjamin keamanannya. Dan juga dimungkinkan tidak terjebak macet yang panjang pada saat listrik PLN padam dikarenakan traffic light tersebut menggunakan Sumber Listrik Tenaga Surya.

## **Rumusan Masalah**

1. Bagaimana skenario nyala padam lampu Traffic Light.
2. Bagaimana menentukan kapasitas Panel Surya dan Baterai yang akan digunakan berdasarkan konsumsi beban Traffic Light.

## **Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui skenario nyala padam lampu traffic light berdasarkan model simpang empat Glugur dengan sumber listrik tenaga surya.
2. Mengetahui kapasitas Panel Surya dan Baterai yang akan digunakan berdasarkan konsumsi beban traffic light agar traffic light dapat beroperasi secara efisien.

## **Batasan Masalah**

Agar tidak meluasnya pembahasan dalam Tugas Akhir ini, penulis menentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Perancangan hanya dilakukan pada traffic light yang menggunakan LED.
2. Perancangannya dilakukan hanya berdasarkan traffic light Model simpang empat Glugur.
3. Sistem traffic light menggunakan Mikrokontroler ATmega8535 dan program bahasa C.

## **Metodologi Pemecahan Masalah**

Adapun metode yang dilakukan untuk memecahkan masalah diatas adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur yaitu melakukan penelitian dengan mempelajari literature yang berhubungan dengan tugas akhir ini.
2. Pengumpulan Data yaitu Pengambilan data dari bahan dan teori-teori dari buku dan melakukan browsing Internet.
3. Perancangan system control mencakup perancangan system control traffic light diperempatan jalan yang terdiri dari Mikrokontroler ATmega8535.
4. Rancang bangun miniature traffic light dengan sumber listrik tenaga surya.

5. Pembuatan miniature ini menggunakan metode yang sama dengan metode perancangan namun dibuat dalam ukuran kecil.

### **Sistematika Penulisan**

Penyusunan tugas akhir ini dibagi menjadi 5 BAB yang meliputi :

- BAB I : PENDAHULUAN, menguraikan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi pemecahan masalah, dan sistematika penulisan.
- BAB II : LANDASAN TEORI, bab ini berisi tentang teori yang berhubungan dengan alat yang dirancang, diantaranya teori tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), sistem kontrol, dan hal-hal yang perlu dikemukakan.
- BAB III : PERANCANGAN SISTEM DAN PEMBUATAN MINIATUR, bab ini merupakan inti dari penulisan tugas akhir ini, dimana pada bab ini memaparkan tahap-tahap perancangan sistem mulai dari blok diagram serta proses perancangan, tujuan perancangan, dan pembuatan miniature dari percobaan perakitan sampai ke tahap perakitan alat.
- BAB IV : HASIL DAN ANALISA, bab ini membahas tentang analisa ekonomi perancangan secara keseluruhan.
- BAB V : HASIL DAN ANALISA, bab ini membahas tentang analisa ekonomi perancangan secara keseluruhan.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

### **Lampu Lalu Lintas (Traffic Light)**

#### **Pengertian Umum**

Lampu lalu lintas (menurut UU no. 22/2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan: alat pemberi isyarat lalu lintas atau APILL) adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang

terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (zebra cross), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini yang menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah. Pengaturan lalu lintas di persimpangan jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar-arus yang ada.

Lampu lalu lintas telah diadopsi di hampir semua kota di dunia ini. Lampu ini menggunakan warna yang diakui secara universal, yaitu :

Merah : Menandakan Berhenti

Kuning : Menandakan Hati-hati

Hijau : Menandakan Dapat Berjalan.



Gambar 2. 1 Miniatur Traffic Light

### **Jenis-jenis Traffic Light**

#### **a. Berdasarkan Cakupannya**

1. Lampu lalu lintas terpisah merupakan pengoperasian lalu lintas yang pemasangannya didasarkan pada suatu tempat persimpangan saja tanpa mempertimbangkan persimpangan lain.
2. Lampu lalu lintas terkordinasi merupakan pengoperasian lampu lalu lintas yang pemasangannya akan mempertimbangkan beberapa persimpangan yang terdapat pada arah tertentu.
3. Lampu lalu lintas jaringan merupakan pengoperasian lampu lalu lintas yang pemasangannya mempertimbangkan beberapa persimpangan yang terdapat dalam suatu jaringan yang masih dalam satu kawasan.

#### **b. Berdasarkan Cara Pengoperasiannya**

1. Fixed time traffic signal — lampu lalu lintas yang pengoperasiannya menggunakan waktu yang tepat dan tidak mengalami perubahan.
2. Actuated traffic signal — lampu lalu lintas yang pengoperasiannya dengan pengaturan waktu tertentu dan mengalami perubahan dari waktu ke waktu sesuai dengan kedatangan kendaraan dari berbagai persimpangan.
3. Urutan Lampu — Pada Miniatur Traffic Light penyalaaan lampu disusun secara berurutan yakni : Lampu yang pertama menyala adalah lampu Hijau – Kuning – Merah.

### **Tujuan adanya Traffic Light**

1. Menghindari hambatan karena adanya perbedaan arus jalan bagi pergerakan kendaraan.
2. Memfasilitasi persimpangan antara jalan utama untuk kendaraan dan pejalan kaki dengan jalan sekunder sehingga kelancaran arus lalu lintas dapat terjamin.

#### **2.1.1 Aspek yang dipertimbangkan dalam Perancangan Traffic Light**

Berikut adalah beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan:

##### **1. Perencanaan Lalu Lintas**

Perencanaan yang baik adalah langkah awal yang penting dalam pengaturan lampu lalu lintas. Ini melibatkan analisis lalu lintas yang meliputi volume kendaraan, pola pergerakan kendaraan, dan kepadatan lalu lintas di wilayah tertentu. Dengan memahami karakteristik lalu lintas, dapat ditentukan lokasi strategis dan jumlah lampu lalu lintas yang diperlukan.

##### **2. Desain Fisik dan Perangkat**

Desain fisik lampu lalu lintas termasuk tiang, lampu, dan perangkat lainnya yang dibutuhkan untuk pengaturan lalu lintas. Perangkat seperti sensor kendaraan, pengendali waktu, dan kontrol jarak dekat juga mungkin diperlukan tergantung pada kebutuhan dan kompleksitas jalan raya.

##### **3. Sistem Pengendali**

Lampu lalu lintas dihubungkan dengan sistem pengendali yaitu Mikrokontroler ATmega8535. Sistem ini dapat berupa pengendali sentral yang memantau lalu lintas secara real-time dan mengoptimalkan urutan lampu sesuai kebutuhan.

#### 4. Pengaturan Waktu dan Pola

Pengaturan waktu dan pola lampu lalu lintas harus diprogram dengan hati-hati untuk memaksimalkan efisiensi dan keselamatan lalu lintas. Ini melibatkan menentukan durasi dan urutan fase lampu lalu lintas serta memperhitungkan kepadatan lalu lintas pada waktu yang berbeda.

#### 5. Koordinasi Lintas

Pada persimpangan yang lebih kompleks, koordinasi lintas antara beberapa lampu lalu lintas diperlukan. Ini melibatkan sinkronisasi antara lampu lalu lintas yang berdekatan untuk memfasilitasi aliran kendaraan yang lancar di semua arah.

#### 6. Pengawasan dan Pemeliharaan

Lampu lalu lintas harus dipantau secara teratur untuk memastikan kinerja yang optimal. Pemeliharaan rutin termasuk pemeriksaan visual, penggantian lampu yang rusak, dan perbaikan sistem pengendalian jika diperlukan.

#### 7. Pengetahuan Lalu Lintas Lokal

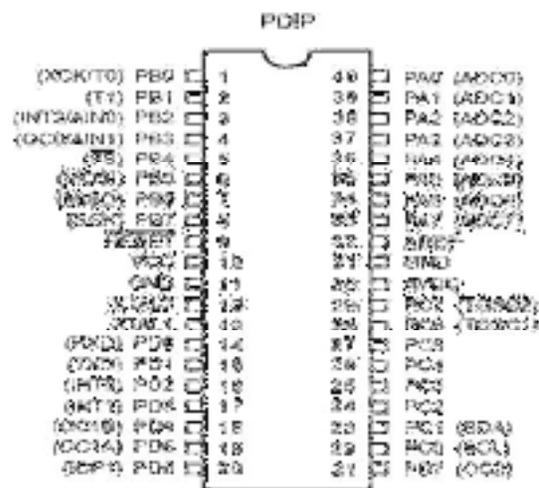
Setiap wilayah memiliki kebijakan dan peraturan lalu lintas yang berbeda. Penting untuk memahami aturan dan kebiasaan lalu lintas lokal serta memperhitungkan faktor-faktor seperti waktu puncak lalu lintas, peristiwa khusus, dan rute kendaraan penting.

### **Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah sebuah system microprocessor dimana didalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, Clock dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu Chip yang siap pakai. Sehingga kita tinggal memprogram isi ROM sesuai aturan penggunaan oleh pabrik yang membuatnya.

### **Mikrokontroler ATmega8535**

Mikrokontroler AVR ATmega 8535 memiliki ruang pengalamatan memori data dan memori program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah Register umum, 64 buah Register I/O, dan 512 byte SRAM internal. Register keperluan umum menempati space data pada alamat terbawah yaitu \$00 sampai \$ 1F. Semntara itu, Register khusus untuk menangani I/O dan control terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari \$20 hingga \$5F. Register tersebut merupakan Register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai perihal mikrokontroler, seperti Control Register, Timer/Counter, fungsi - fungsi I/O, dan sebagainya.



Gambar 2. 2 Konfigurasi Pin ATmega8535

Tabel 2. 1 Keterangan Fungsi Pin pada ATmega8535

Nama Pin	Fungsi
VCC	Catu daya
GND	Ground
Port A (PA7..PA0)	Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor <i>pull-up internal</i> . Juga berfungsi sebagai masukan analog ke ADC (ADC0 s.d. ADC7)
Port B (PB7..PB0)	Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor <i>pull-up internal</i> . Fungsi khusus masing-masing <i>pin</i> : <b>Port Pin Fungsi lain</b> PB0 T0 ( <i>Timer/Counter0 External Counter Input</i> ) PB1 T1 ( <i>Timer/Counter1 External Counter Input</i> ) PB2 AIN0 ( <i>Analog Comparator Positive Input</i> ) PB3 AIN1 ( <i>Analog Comparator Negative Input</i> )

	PB4 SS (SPI <i>Slave Select Input</i> ) PB5 MOSI (SPI <i>Bus Master Output/Slave Input</i> ) PB6 MISO (SPI <i>Bus Master Input/Slave Output</i> ) PB7 SCK (SPI <i>Bus Seriallock</i> )
Port C (PC7..PC0)	<i>Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor pull-up internal.</i> Dua <i>pin</i> yaitu PC6 dan PC7 berfungsi sebagai <i>oscillator</i> luar untuk <i>Timer/Counter2</i> .
Port D (PD7..PD0)	<i>Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor pull-up internal.</i> Fungsi khusus masing-masing <i>pin</i> : <b><u>Port Pin Fungsi lain</u></b> PD0 RXD (UART <i>Input Line</i> ) PD1 TXD (UART <i>Output Line</i> ) PD2 INT0 ( <i>External Interrupt 0 Input</i> ) PD3 INT1 ( <i>External Interrupt 1 Input</i> ) PD4 OC1B ( <i>Timer/Counter1 Output CompareB Match Output</i> ) PD5 OC1A ( <i>Timer/Counter1 Output CompareA Match Output</i> ) PD6 ICP ( <i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i> ) PD7 OC2 ( <i>Timer/Counter2 Output Compare Match Output</i> )
RESET	Masukan reset. Sebuah reset terjadi jika pin ini diberi logika rendah melebihi periode minimum yang diperlukan.
XTAL1	Masukan ke <i>inverting oscillator amplifier</i> dan masukan ke rangkaian <i>clock internal</i> .
XTAL2	Keluaran dari <i>inverting oscillator amplifier</i> .
AVCC	Catu daya untuk <i>port A</i> dan ADC.
AREF	Referensi masukan analog untuk ADC.
AGND	<i>Ground</i> analog.

### **Pemrograman Bahasa C**

Bahasa C atau C++ adalah suatu bahasa pemrograman. Bahasa C termasuk sebagai bahasa pemrograman tingkat menengah, maksudnya bahasa C bisa dipelajari dengan lebih mudah karena mudah dimengerti tetapi mempunyai kemampuan yang tinggi. Bahasa C bisa digunakan untuk merencanakan program untuk segala kebutuhan, baik untuk aplikasi bisnis, matematis atau bahkan game. Bahasa C luas digunakan untuk pemrograman berbagai jenis perangkat, termasuk mikrokontroler. Bahasa ini sudah merupakan bahasa pemrograman tingkat menengah dimana memudahkan programmer menuangkan algoritmanya.

### **Perangkat Pendukung**

## **Power Supplay**

Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan catu daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energy listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronik lainnya. pada dasarnya power supply atau catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronik lainnya. oleh karena itu, power supply kadang kadang disebut juga dengan istilah Electric Power Converter.

## **Transistor**

Transistor adalah komponen elektronika semikonduktor yang memiliki 3 kaki elektroda, yaitu basis (dasar), kolektor (pengumpul) dan emitor (pemancar). Komponen ini berfungsi sebagai penguat, pemutus dan penyambung (switching), stabilitasi tegangan, modulasi sinyal dan masih banyak lagi fungsi lainnya. Selain itu transistor juga digunakan sebagai kran listrik sehingga dapat mengalirkan listrik dengan sangat akurat dan sumber listriknya.

## **Kapasitor**

Kapasitor adalah komponen elektronika yang mempunyai kemampuan menyimpan elektron selama waktu yang tidak tertentu. Kapasitor berbeda dengan accumulator dalam menyimpan muatan listrik terutama tidak terjadi perubahan kimia pada bahan kapasitor. Kapasitor ini juga berfungsi sebagai penyaring atau filter dalam sebuah rangkaian power supply (catu daya).

## **Resistor**

Resistor atau penghambat merupakan komponen elektronik yang memiliki dua pin dan dirancang untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik. Resistor mempunyai nilai resistansi (tahanan) tertentu yang dapat memproduksi tegangan listrik di antara kedua pin di mana nilai tegangan terhadap resistansi tersebut berbanding lurus dengan arus yang mengalir.

## **Dioda**

Dioda merupakan suatu semikonduktor yang hanya dapat menghantar arus listrik dan tegangan pada satu arah saja. Kata dioda berasal dari pendekatan kata yaitu dua elektroda yang mana mempunyai dua buah elektroda yaitu anoda dan katoda. Dioda adalah piranti elektronik

yang hanya dapat melewatkan arus atau tegangan dalam satu arah saja. Dioda dapat dimanfaatkan sebagai penyearah arus listrik, yaitu piranti elektronik yang mengubah arus atau tegangan bolak-balik (AC) menjadi arus atau tegangan searah (DC).

### **Relay**

Relay adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka di sekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam ferromagnetis.

### **IC Regulator AN 7805**

Fungsi dari ic 7805 ialah sebagai penghasil output tegangan 5 volt dc yang sudah di stabilkan, cara pemakaian ialah pin no 1 sebagai input tegangan sebelum di stabilkan /di turunkan, dan bagian tengah di sambungkan kepada ground ataupun massa. sedangkan output no 3 di sambungkan kepada output beban.

### **LED (Light Emitting Diode)**

Light Emitting Diode (LED) adalah komponen Elektronika yang bisa memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan suatu tegangan maju. LED masih termasuk dalam keluarga Dioda. LED terdiri dari sebuah Chip dari bahan Semikonduktor yang diisi penuh, atau di-dop, dengan ketidakmurnian untuk menciptakan sebuah struktur. Warna Cahaya yang dipancarkan LED tergantung dari jenis bahan Semikonduktor yang digunakannya. LED juga mampu memancarkan sebuah sinar inframerah yang tidak dapat dilihat oleh mata. Remote Control TV, Remote Control CD/DVD dan lain-lainnya adalah salah satu Elektronik yang menggunakan LED dengan sinar inframerah.

### **Sumber Listrik Tenaga Surya**

Sumber listrik tenaga surya adalah suatu pembangkit yang mengkonversikan energi foton dari surya menjadi energi listrik. Konversi energy ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya. Tenaga surya memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC

(Direct Current), yang dapat di ubah menjadi listrik AC (Alternating Current) apabila diperlukan. Sumber Listrik Tenaga Surya pada dasarnya adalah pencatu daya yang dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik mulai dari skala kecil maupun skala besar, baik secara mandiri maupun hibrida.

Kendati demikian sistem pembangkit listrik tenaga surya saat ini memiliki kelebihan dan kekurangan dalam penggunaannya.

Kelebihan penggunaan listrik tenaga surya :

- a. Energi yang terbarukan/tidak pernah habis (berkelanjutan dan diperbaharui terus menerus)
- b. Bersih, ramah lingkungan
- c. Tidak membutuhkan bahan bakar/energi matahari relatif mudah didapat dimana saja
- d. Umur panel surya investasi jangka panjang
- e. Sangat cocok untuk daerah tropis seperti Indonesia

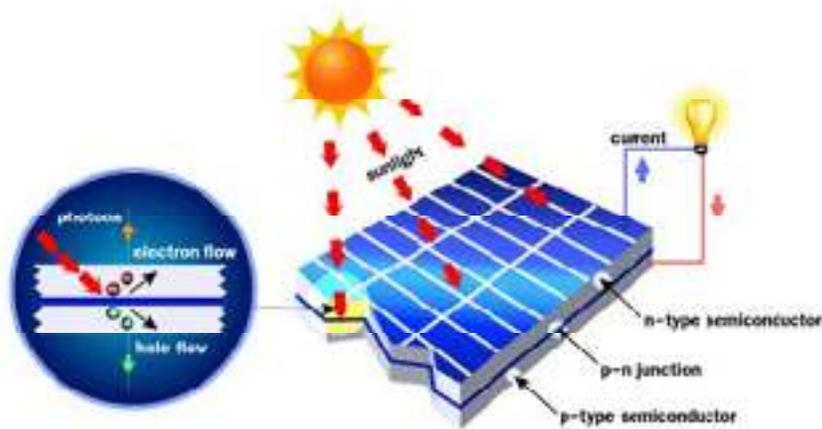
Sedangkan Kekurangannya adalah:

- a. Harga pemasangan/pembuatan panel surya relatif mahal
- b. Pada malam hari atau saat radiasi matahari berkurang, panel surya sedikit tidak berfungsi
- c. Membutuhkan perangkat tambahan dalam pemakaiannya

Sistem panel surya mirip dengan sistem pemanenan air hujan. Jumlah air yang terkumpul berbeda-beda tergantung cuaca, sehingga terkadang banyak air yang terkumpul, terkadang tidak sama sekali. Dalam sistem panel surya, jumlah listrik yang terkumpul bergantung pada cuaca. Pada hari yang cerah, banyak listrik akan dihasilkan, dan pada hari yang mendung, lebih sedikit listrik yang dihasilkan.

Sumber Listrik Tenaga Surya pada dasarnya adalah sejenis sumber tenaga yang dapat dirancang untuk memenuhi skala kecil hingga besar secara mandiri atau melalui tenaga hibrida (digabungkan dengan sumber energi lain) melalui metode desentralisasi (rumah generator) atau metode terpusat (didistribusikan oleh listrik) Permintaan listrik jaringan berkabel.

## **Prinsip Kerja Sel Surya**



Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Sel Surya

Pada siang hari saat matahari bersinar, radiasi yang dihasilkan dari cahaya matahari ditangkap oleh panel surya, maka elektron-elektron yang ada pada sel surya akan bergerak dari N ke P, sehingga pada terminal keluaran dari panel berbeda-beda tergantung dari jumlah sel surya yang dikombinasikan di dalam panel surya tersebut. Keluaran dari panel surya ini adalah berupa listrik arus searah (DC) yang besar tegangan keluarannya tergantung dengan jumlah sel surya yang dipasang dalam panel surya dan banyaknya sinar matahari yang menyinari panel surya tersebut. Keluaran dari panel surya ini sudah dapat digunakan langsung ke beban yang memerlukan sumber tegangan DC dengan konsumsi arus yang kecil.

Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip p-n junction, yaitu junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan atom yang dimana terdapat elektron-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 elektron dan hole tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p, silikon di doping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n silikon di doping oleh atom posfor. Ilustrasi n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron dan hole bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik.

Ketika semikonduktor 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 elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik ketika cahaya matahari mengenai susunan

sambungan p-n 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.

## **Panel Surya**

Energi listrik dapat dibangkitkan dengan mengubah sinar matahari melalui sebuah proses yang dinamakan photovoltaic (PV). Photo merujuk kepada cahaya dan voltaic merujuk kepada tegangan. Terminologi ini digunakan untuk menjelaskan sel elektronik yang memproduksi energi listrik arus searah dari energy radian matahari. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sebuah sel surya sangat kecil, sekitar 0,6 v tanpa beban atau 0,45 v dengan beban.

Sel surya tersusun seri akan menghasilkan tegangan sekitar 16 V. Tegangan ini cukup untuk digunakan mensupply aki 12 v. Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang lebih besar lagi maka diperlukan lebih banyak sel surya.



Gambar 2. 4 Panel surya

### **Jenis – Jenis Panel Surya :**

#### **1. Monokristal (mono-crystalline)**

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik di tempat yang cahayanya matahari kurang (teduh), efisiensinya turun drastis saat cuaca berawan.

#### **2. Polikristal (Poly-crystalline)**

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel surya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.

### 3. Thin Film Photovoltaic

Merupakan panel surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokristal-silikon 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 Photovoltaic (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 diterima setara.

## **Baterai**

Baterai merupakan peralatan yang dapat mengubah energi. Baterai listrik terdiri dari dua atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik. Pada pengaplikasiannya di pembangkit listrik tenaga surya komponen baterai berfungsi untuk menyimpan energi yang diserap oleh panel surya secara sementara. Selain untuk menyimpan energi sementara baterai pada PLTS berfungsi untuk sumber energi listrik apabila panel surya tidak menghasilkan energi. Tiap sel memiliki kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda). Kutub yang bertanda positif menandakan bahwa memiliki energi potensial lebih tinggi dibandingkan kutub bertanda negatif. Baterai sendiri terbagi menjadi dua jenis yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai sekali pakai dan tidak dapat diisi ulang, sedangkan baterai sekunder merupakan baterai yang dapat diisi ulang sehingga dapat dipakai kembali dan siklus waktu pemakaiannya panjang. Baterai sekunder sendiri memiliki beberapa klasifikasi berdasarkan bahan kimia yang digunakan sebagai dasar pembentukan mekanisme penyimpanan energi. Berbagai baterai berbahan kimia yang banyak beredar antara lain baterai nickel-cadmium (NiCd), baterai lithium-ion (Li-Ion) dan baterai lithium polymer (Li-Po).

Baterai terbukti menjadi teknologi penyimpanan energi yang layak secara komersial. Peningkatan penggunaan baterai li-ion dalam elektronik konsumen dan kendaraan listrik telah menyebabkan perluasan kapasitas manufaktur global, menghasilkan penurunan biaya yang signifikan yang diperkirakan akan berlanjut selama beberapa tahun ke depan. Baterai lithium merupakan salah satu jenis baterai sekunder (re-chargeable battery) yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena mengandung bahan yang tidak berbahaya seperti baterai-baterai yang berkembang lebih dahulu seperti baterai Ni- Cd dan Ni-MH. Baterai lithium memiliki kelebihan yaitu memiliki stabilitas penyimpanan energi yang sangat baik, daya tahan sampai relatif lama, energy densitas tinggi, tidak ada memory effect dan berat relatif ringan.

Sistem penyimpanan energi baterai dapat digunakan untuk mengatasi beberapa tantangan terkait integrasi jaringan energi terbarukan skala besar. Pertama, baterai secara teknis lebih cocok untuk pengaturan frekuensi daripada cadangan pemintalan tradisional dari pembangkit listrik. Kedua, baterai memberikan alternatif yang hemat biaya untuk perluasan jaringan guna mengurangi pembatasan pembangkit listrik tenaga angin dan surya. Demikian pula, baterai memungkinkan penghindaran biaya puncak konsumen dengan memasok energi off-grid selama jam konsumsi puncak on-grid. Ketika, karena pembangkit listrik terbarukan seringkali tidak sesuai dengan permintaan listrik, kelebihan daya harus dibatasi atau diekspor. Kelebihan daya dapat disimpan dalam baterai untuk konsumsi nanti saat pembangkit listrik terbarukan rendah dan permintaan listrik meningkat.



Gambar 2. 5 Baterai Lithium Ion

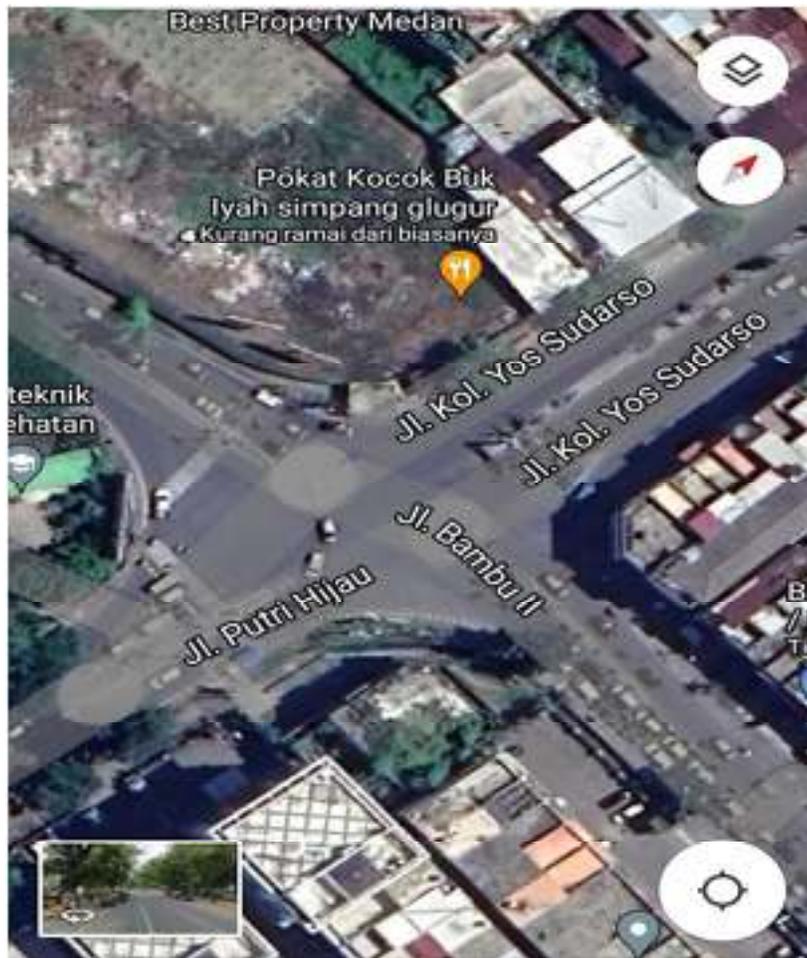


### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### Penelitian

Waktu pelaksanaan ini dilakukan dalam waktu 3 bulan terhitung dari bulan Maret 2023 sampai bulan Juni 2023. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian ini diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), pengumpulan data, survei tempat lokasi untuk ilustrasi dengan prototype pembuatan alat, pembelian alat, analisa data, dan terakhir kesimpulan dan saran.

Penelitian dilaksanakan di Simpang Empat Glugur, Kota Medan, Sumatera Utara.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

## **Bahan dan peralatan**

Adapun bahan dan peralatan pendukung yang dibutuhkan dalam pembuatan miniatur adalah sebagai berikut :

### **Bahan**

Adapun bahan yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah sebagai berikut:

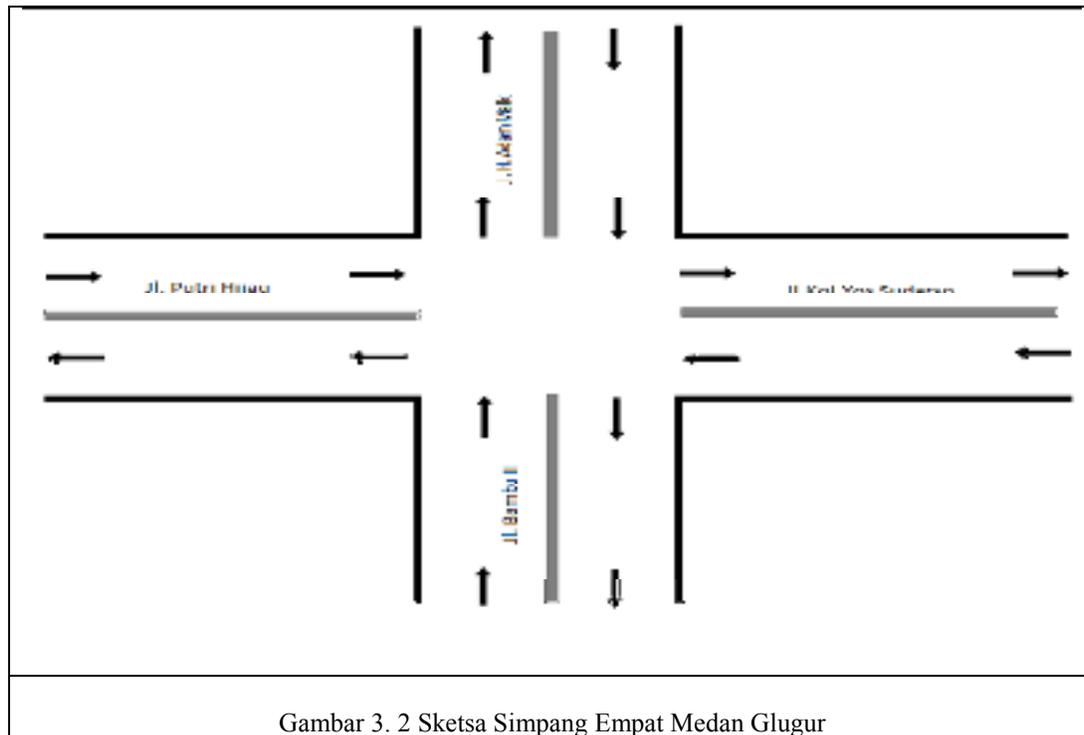
- Mikrokontroler ATMEGA 8535
- Solar panel 20WP
- Lampu traffic LED
- Baterai Litium
- Relay
- Saklar
- Kapasitor
- Dioda
- Transistor
- Resistor
- Kristal osilator
- Papan PCB
- Papan PVC
- Miniatur jalan

### **Peralatan**

Adapun peralatan yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah sebagai berikut:

- Solder dan timah
- Gergaji
- Bor listrik
- Voltmeter digital
- Lux meter
- Komputer/Laptop

## **Gambaran Situasi Traffif Light Simpang Empat Glugur**



Keterangan :

Simpang A = Jl. Putri Hijau

Simpang B = Jl. H. Adam Malik

Simpang C = Jl. Kol. Yos Sudarso

Simpang D = Jl. Bambu II

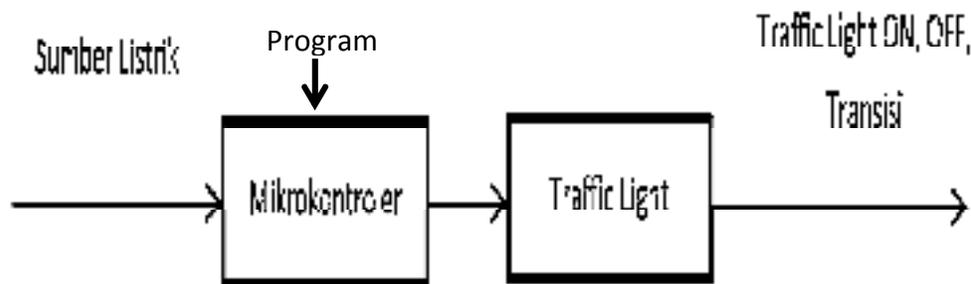
Menurut pengamatan yang sudah dilakukan pada simpang empat Medan Glugur maka telah diketahui durasi nyala padam lampu pada setiap simpang yaitu pada simpang A durasi lampu Hijau adalah 1 menit, simpang B durasi lampu hijau 1 menit 37 detik, simpang C durasi lampu hijau 2 menit 15 detik, dan simpang D durasi lampu hijau 1 menit. Pada pukul 7.30 – 9.00 dan 16.00 – 19.00 adalah puncak kemacetan pada simpang A, B, dan C. Untuk mengatasi kemacetan tersebut maka dilakukan penambahan durasi lampu hijau seperti pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 3. 1 Penambahan Durasi Lampu

Jam	Simpang A	Simpang B	Simpang C	Simpang D
7.30 – 9.00	Hijau 1 menit 15 detik	Hijau 1 menit 50 detik	Hijau 3 menit	Hijau 1 menit
9.00 – 16.00	Hijau 1 menit	Hijau 1 menit 37 detik	Hijau 2menit 15 detik	Hijau 1 menit
16.00 - 19.00	Hijau 1 menit 30 detik	Hijau 2 menit 30 detik	Hijau 3 menit	Hijau 1 menit
19.00 – 23.59	Hijau 1 menit	Hijau 1 menit 37 detik	Hijau 2menit 15 detik	Hijau 1 menit
00.00 – 6.00	Hanya kedip lampu kuning			
6.00 – 7.30	Hijau 1 menit	Hijau 1 menit 37 detik	Hijau 2menit 15 detik	Hijau 1 menit

## Perancangan Alat

### Diagram Blok Sistem Kontrol Open Loop Traffic Light



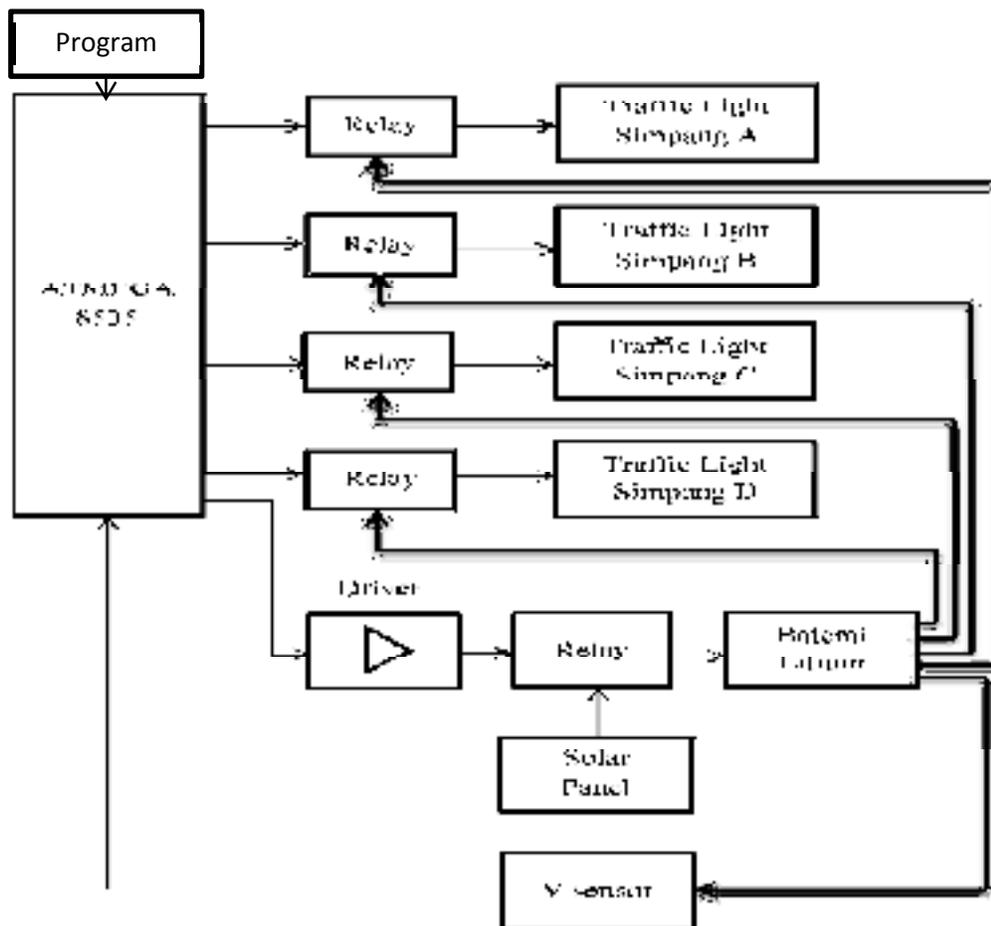
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem Kontrol Open Loop Traffic Light

Dari gambar diagram blok sistem kontrol traffic light dengan menggunakan mikrokontroler dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Input : Input pada system open loop traffic light berupa sumber listrik yang dihubungkan ke mikrokontroler yang dimiliki oleh traffic light.
- Controler : Mikrokontroler berperan sebagai controller yang mengatur waktu nyala dan transisi lampu merah, kuning dan hijau.
- Plant : Lampu merah, kuning dan hijau berperan sebagai plant (beban) atau objek yang dikendalikan oleh control (mikrokontroler).
- Output : ON atau OFF nya lampu merah, kuning dan hijau merupakan hasil keluaran (output) dari system open loop ini.

### Diagram Blok Sistem Traffic Light

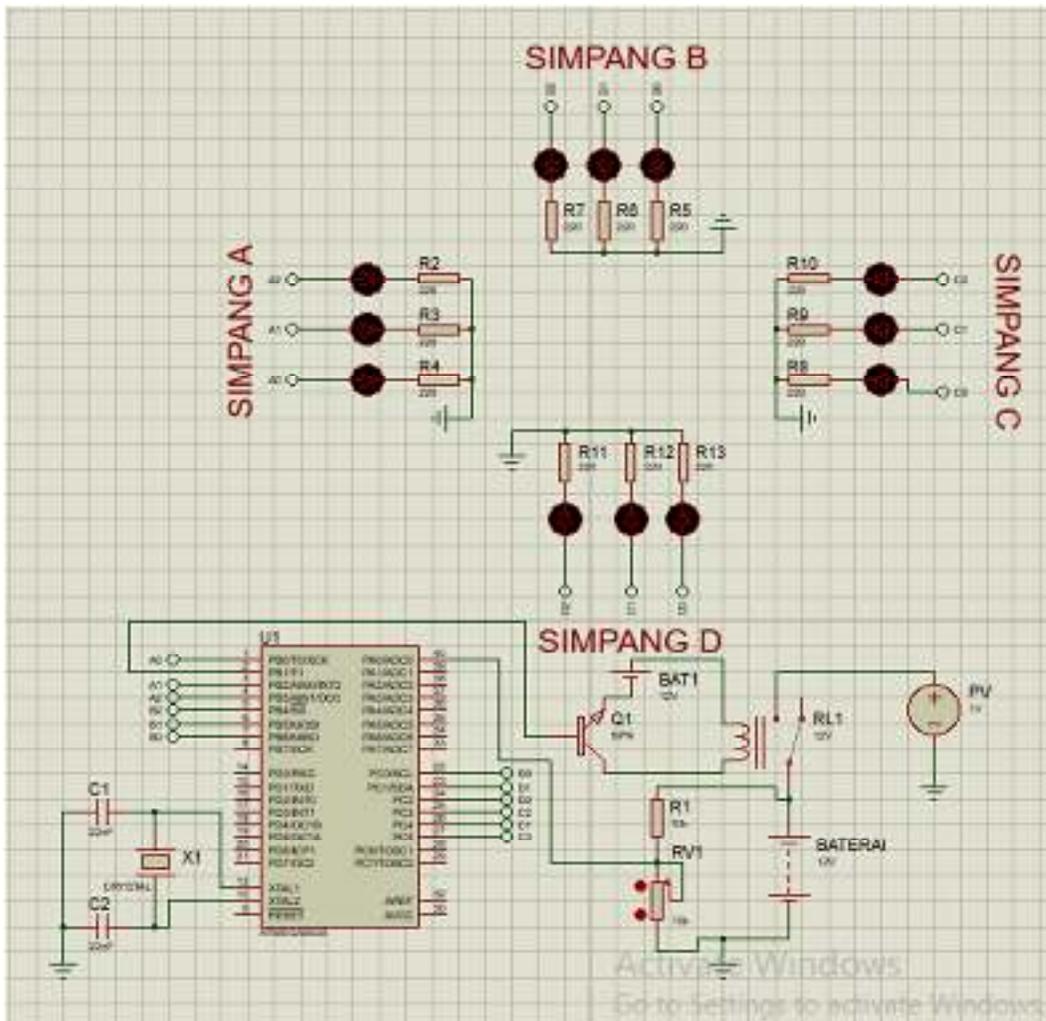
Blok diagram sistem diperlihatkan pada gambar 3.3 dibawah ini. Blok diagram menggambarkan struktur dasar input-output sistem secara blok dengan fungsi masing-masing. Pada bagian input terdapat Blok input yang berfungsi memberikan masukan pada mikrokontroler untuk diproses. Blok input yang ada pada sistem adalah timer internal mikrokontroler, selain nya adalah Sumber Listrik Tenaga Surya dan sensor tegangan yang juga merupakan bagian input. Sedangkan untuk blok output terdapat lampu traffic yang merupakan hasil proses mikrokontroler. Mikrokontroler itu sendiri berperan sebagai prosesor/pengolah yang mengolah data input menjadi output yang dalam hal ini adalah mengontrol lampu pengatur arus lalu lintas berdasarkan timer atau waktu. Blok Sumber Listrik Tenaga Surya sebagai bagian yang mengubah cahaya menjadi listrik untuk mensuplai rangkaian kontrol dan sensor.



Gambar 3. 4 Diagram Blok Sistem Traffic Light

**Rancangan Rangkaian Kontrol**

Alat pengatur lampu lalu lintas (traffic light) dirancang dengan menggunakan beberapa komponen elektronika seperti sensor, mikrokontroler, relay, baterai, lampu LED dan sebagainya. Alat juga dilengkapi dengan sistem tenaga matahari sebagai pemasok energi listrik untuk rangkaian dan lampu traffic. Gambar berikut merupakan gambar rangkaian keseluruhan sistem pengaman jalan pada tikungan berbasis mikrokontroler Atmega 8535. Pusat kontrol terdapat pada mikrokontroler tersebut yang merupakan sebuah kontroler yang diprogram untuk melakukan kendali sistem secara keseluruhan. Tugas mikrokontroler Atmega 8535 adalah membaca input yaitu timer internal kemudian melakukan pengaturan lampu traffic merah-kuning-hijau. Sistem panel surya 20 WP digunakan untuk mensuplai rangkaian mengingat sulitnya mendapat pasokan listrik jaringan di daerah pegunungan atau pinggiran. Listrik beroperasi selama 24 jam agar sistem terus aktif, oleh karena itu dibutuhkan sebuah media penyimpan muatan di siang hari yaitu baterai. Baterai akan menyimpan muatan pada siang hari kemudian digunakan pada malam hari. Tipe baterai yang digunakan adalah tipe Litium yang memiliki kemampuan isi ulang yang cepat dan durasi yang tinggi. Untuk mengetahui fungsi dan prinsip kerja masing-masing komponen akan diuraikan pada bagian berikut.



Gambar 3. 5 Rangkaian Keseluruhan Sistem.

## 1. Mikrokontroler

Tipe mikrokontroler yang digunakan adalah Atmega 8535 yang merupakan tipe mikrokontroler dengan I/O 32 pin. Atmega8535 diprogram dengan bahasa pemrograman C dengan perangkat lunak code vision AVR. Fungsi mikrokontroler pada rancangan ini adalah sebagai pengendali sistem yaitu membaca timer, mengontrol lampu traffic. Selain itu mikrokontroler juga mengatur proses pengisian baterai Litium secara otomatis. Output mikrokontroler untuk lampu traffic (LED) adalah mulai dari Port B.0 hingga Port B.6 dan Port C.0 hingga Port C.5 sedangkan untuk relay cas digunakan Port B.1. Gambar rangkaian mikrokontroler Atmega8535 dan hubungannya dengan komponen lain dapat dilihat pada gambar keseluruhan yaitu pada gambar 3.5 diatas.

## **2. Lampu Traffic**

Lampu traffic merupakan bagian yang penting karena lampu tersebut yang mengatur arus lalu lintas pada saat terdapat kendaraan di keempat arah ruas jalan. Tipe lampu traffic yang digunakan adalah lampu LED 3 warna. Terdapat 4 set lampu traffic untuk masing-masing arah. Karena rancangan merupakan prototipe ukuran miniatur maka hanya terdapat satu led tunggal untuk masing-masing warna. Sesuai standar warna lampu traffic adalah merah, kuning dan hijau. Lampu traffic akan mengatur kendaraan apakah boleh jalan atau harus berhenti. 3 warna lampu tersebut yaitu merah ,kuning dan hijau memiliki peran masing-masing yaitu Merah untuk berhenti, kuning untuk hati-hati dan hijau untuk jalan. Lampu led dikendalikan secara langsung oleh mikrokontroler melalui PortB.0 hingga pin PortB.5 dan Port C.0 hingga Port C.5. Masing-masing set lampu dipasang di sisi jalan pada posisi tertentu sehingga tidak menghambat lalu lintas.

## **3. Catu Daya**

Sistem listrik untuk mensuplai rangkaian adalah catu daya berbasis tenaga surya. Sistem menggunakan sebuah panel surya, baterai dan sistem charger. Panel surya berfungsi mengkonversikan energi cahaya menjadi tegangan DC dan baterai berfungsi sebagai penyimpan muatan listrik agar dapat digunakan pada malam hari dan charger untuk mengatur arus pengisian dari panel surya ke baterai. Output catu daya disalurkan pada rangkaian agar dapat bekerja untuk mengatur lampu traffic. Sistem konversi energi surya sebagai catu daya dapat dilihat pada gambar 3.4.

## **4. Sensor Tegangan**

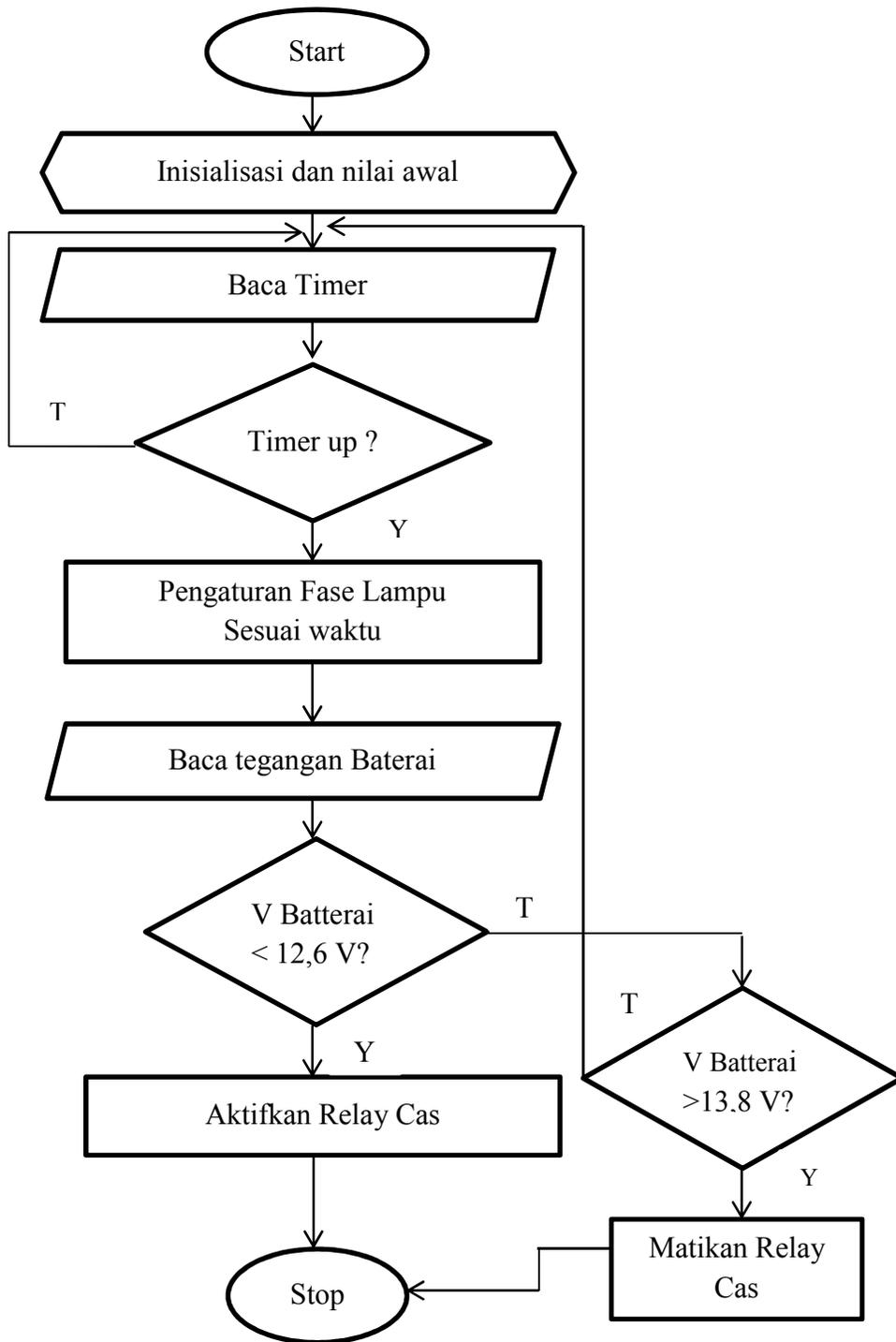
Sensor tegangan digunakan pada proses pengisian baterai sehingga Charger dapat bekerja secara otomatis. Sensor tegangan dibuat dengan menggunakan Resistor pembagi tegangan yaitu 2 buah resistor yang dihubung seri. Output sensor ada pada titik tengah sambungan yang akan membagi tegangan baterai agar lebih kecil dengan pengaturan dibawah 5V sehingga dapat dibaca oleh analog mikrokontroler. Nilai resistor adalah 10 kilo ohm dihubungkan pada terminal positif baterai dan resistor kedua dihubungkan pada ground dengan nilai 2 kilo ohm. Faktor pembagi kedua resistor tersebut adalah 5 yaitu  $10K/2K$ . Jika tegangan baterai adalah 12V maka tegangan tersebut akan dibagi 5 oleh

sensor menjadi 2,4 V. Output sensor diumpankan pada mikrokontroler Atmega8535 yaitu pada masukan Port A0. Tegangan analog tersebut kemudian diubah menjadi data digital kemudian dikalibrasi menjadi nilai yaitu dengan cara mengalikan atau membaginya dengan suatu konstanta.

## **5. Baterai**

Jenis baterai yang digunakan adalah baterai Litium Ion yang memiliki tegangan 3,7 V/sel. Untuk memperoleh tegangan mencapai 12V dibutuhkan minimal 3 buah baterai Litium diserikan. Tegangan 1 baterai Litium Ion saat penuh mencapai 4,2V, dengan demikian jika di seri 3 akan diperoleh 12,6V. Baterai digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya pada siang hari dan digunakan pada saat malam hari. Untuk proses pengisian dilakukan oleh mikrokontroler yaitu mengatur relay yang terhubung pada solar panel dan baterai. Saat kosong tegangan baterai yang diseri 3 adalah dibawah 12 V dan saat penuh tegangan baterai mencapai 12,6 V. Dari deteksi tegangan tersebut mikrokontroler dapat mengetahui kondisi atau kapasitas baterai.

### Diagram Alir Siklus Kerja Lampu Dan Pengisian Baterai



Gambar 3. 6 Diagram Alir Siklus Kerja Lampu Dan Pengisian Baterai

Flowchart atau diagram alir menjelaskan aliran proses mulai dari awal hingga selesai 1 siklus kerja. Pada rancangan ini, aliran proses dimulai dengan inisialisasi dan nilai awal yaitu mengkondisikan nilai awal dan semua parameter yang digunakan seperti port input, port output, port analog dan sebagainya. Setelah inisialisasi, program akan mulai membaca inputan melalui sensor sensor tegangan dan timer. Timer menentukan lampu traffic apa yang harus hidup dan mana yang harus dimatikan. Pengaturan lampu traffic diatur melalui tundaan waktu dalam program. Untuk sensor tegangan, nilai sensor dibandingkan dengan suatu acuan dalam hal ini adalah tegangan baterai. Jika sensor mendeteksi tegangan baterai yang rendah maka mikrokontroler akan mengatur proses pengisian baterai. Saat tegangan baterai dibawah 12,6 V program akan mengaktifkan relay untuk mengalirkan arus ke baterai dan saat tegangan telah mencapai 13,8 V relay akan dimatikan.

