

RANCANG BANGUN MINIATUR SISTEM HIBRID *TRAFFIC LIGHT* MENGGUNAKAN SOLAR CELL DENGAN BACKUP DAYA PLN DAN BATERAI BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8535

Oleh :

Hendro Ardy Novian¹⁾, Didik Notosudjono²⁾, Agustini Rodiah Machdi³⁾

ABSTRAK

Penerapan sistem Hibrid PLTS-PLN di Indonesia sudah cukup lama berkembang karena di nilai cukup efektif untuk mengurangi ketergantungan akan energi listrik yang berasal dari PLN, karena PLTS bekerja dengan memanfaatkan sumber energi alternatif yang jumlahnya cukup melimpah dan tentunya lebih ramah lingkungan. Sistem Hibrid antara PLTS-PLN ini dioperasikan secara otomatis dimana proses perpindahan daya dari PLTS ke PLN atau sebaliknya dari PLN ke PLTS, maka dari itu dirancang suatu simulasi sistem *Traffic Light* berbasis Mikrokontroler. Solar Cell dapat menghidupkan rangkaian *Traffic Light* melalui perantara regulator yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan dari Solar Cell 7 Vdc diturunkan menjadi 5 Vdc yang didapat melalui sinar matahari untuk mengisi Baterai tersebut hingga penuh. Apabila Baterai habis otomatis PLN membackup beban-bebannya supaya rangkaian *Traffic Light* tetap dapat bekerja. Sedangkan PLN dapat menghidupkan rangkaian *Traffic Light* dengan tegangan awal 220 volt lalu masuk catu daya untuk di rubah dari tegangan AC menjadi 12 volt DC lalu diturunkan melalui DC To DC menjadi keluaran 5 volt karena rangkaian *Traffic Light* hanya membutuhkan 5 VDC. Pada penerapan sistem hibrid ini, Solar Cell sebagai sumber utama yang di backup oleh PLN. Solar Cell dapat bertahan tanpa PLN adalah 8 jam, dengan keadaan baterai 10 % atau tinggal 4,95 Volt, dengan kapasitas baterai 1.000 Mah, sedangkan PLN dapat membackup Solar Cell dan baterai adalah 1 jam.

Kata Kunci : Traffic Light, Mikrokontroler, Solar Cell, Hibrid

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada umumnya *Traffic Light* yang digunakan di Indonesia menggunakan energi listrik untuk mengaktifkannya dan jika diamati kondisi sistem tenaga listrik di Indonesia saat ini. Dengan seringnya terjadi pemadaman listrik, maka *Traffic Light* secara langsung tidak aktif dan *Traffic Light* yang diterapkan pada saat sekarang ini di suatu daerah masih menggunakan sistem analog dan tidak adanya tampilan pencacah lama hidupnya lampu yang sering kali menyalahkan pengendara terlengah

bahkan bisa menyebabkan kecelakaan. Maka untuk mengurangi kemacetan dan kecelakaan dipersimpangan jalan akibat tidak adanya energi alternative dan tidak adanya tampilan lamanya pergantian lampu, dirancang suatu *Traffic Light* yang memanfaatkan Solar Cell sebagai sumber energi penggantinya dan dengan tampilan Seven Segment untuk lama hidupnya lampu ini, diharapkan pengendara dapat mengetahui lamanya pergantian suatu lampu lalu lintas.

Mengingat dan melihat kondisi yang demikian, maka dirangkai alat yang mampu memberikan solusi yang

tepat terhadap pemanfaatan energi yang telah ada. Dan ditambah lagi dengan dukungan Mikrokontroler sebagai pengontrol Traffic Light. Sehingga nantinya *Traffic Light* tidak akan berpengaruh lagi terhadap pemadaman listrik oleh pihak PLN dan dengan adanya tampilan lamanya penggantian lampu dapat mengurangi terjadinya resiko kecelakaan di persimpangan.

1.2. Maksud dan Tujuan

Pada penyusunan tugas akhir ini akan di rancang suatu sistem hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), PLN dan baterai menggunakan mikrokontroler bertujuan supaya beban tidak bergantung dengan satu sumber saja dan bisa bekerja secara otomatis. Untuk suplai utama Traffic Light menggunakan PLTS dan di back up oleh PLN dan baterai sehingga Traffic Light bekerja secara otomatis dan efisien.

2. TEORI DASAR

2.1 Lampu lalu lintas (Traffic Light)

Lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyebrangan 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 agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus yang ada.

2.2 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.

2.3 Kontruksi ATmega 8535

Mikrokontroler AVR ATmega 8535 memiliki ruang pengalaman memori data dan memori program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah Register umum, 64 buah Register I/Q, dan 512 byte SRAM internal. Register keperluan umum menempati space data pada alamat terbawah yaitu \$00 sampai \$1F. Sementara itu, Register khusus untuk menangani I/Q 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/Q, dan sebagainya.

2.4 Codevision AVR

Codevision AVR adalah suatu kompilator berbasis bahasa C, yang terintegrasi untuk memprogram dan sekaligus Compiler aplikasi AVR (Alf and Vegard's Risc processor) terhadap mikrokontroler dengan sistem berbasis window. Codevision AVR ini dapat mengimplematasikan hampir semua interaksi bahasa C yang sesuai dengan arsitektur AVR, bahkan terdapat beberapa keunggulan tambahan untuk memenuhi keunggulan spesifikasi dari Codevision AVR yaitu hasil kompilasi studio debugger dari ATMEL.

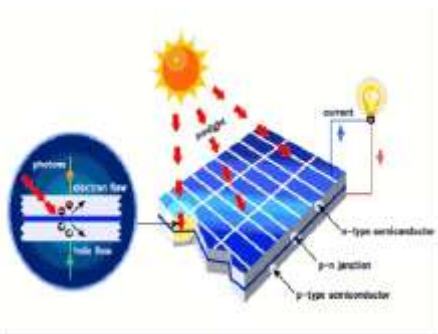
2.5 Pemrograman Bahasa C

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

merekayasa 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.

2.6 Solar Cell (*Photovoltaic*)

Solar Cell atau Panel Surya adalah alat untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. Photovoltaic adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Photovoltaic biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak Sel Surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen Semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek Photovoltaic. Skema Solar Cell dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini :



Sumber: trebuchet-magazine.com/wp-content/uploads/2013/02/solar-cells.jpg.

Gambar 1: Skema Solar Cell

2.7 Pengertian LCD 2x16

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (liquid cristal display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat

dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada disekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

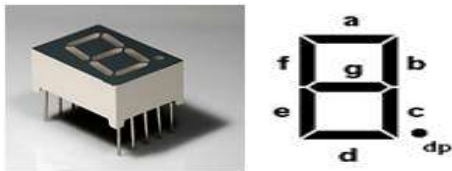
2.8 Baterai

Baterai merupakan komponen pendukung utama dalam pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang berfungsi menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh Panel Surya pada siang hari, untuk kemudian dipergunakan pada malam hari dan pada saat cuaca mendung dimana Panel Surya tidak dapat mesuplai pasokan energi listrik dikarenakan keterbatasan cahaya matahari. Baterai yang dipergunakan pada PLTS mengalami proses siklus mengisi (charging) dan mengkosongkan (discharging), tergantung pada ada atau tidaknya sinar matahari. Selama ada sinar matahari, Panel Surya akan menghasilkan energi listrik, maka energi tersebut akan dipergunakan untuk mengisi baterai, sebaliknya ketika tidak ada cahaya matahari misalkan di waktu malam ataupun saat cuaca mendung yang bertindak sebagai penyuplai beban adalah baterai tersebut.

2.9 Seven Segment

Pengertian Seven Segment display dalam bahasa Indonesia disebut dengan layar tujuh Segment adalah komponen elektronika yang dapat menampilkan angka Desimal melalui kombinasi-kombinasi Segmentnya. Seven Segment display pada umumnya dipakai pada jam Digital, kalkulator, penghitung atau Counter Digital, Multimeter Digital dan juga panel Display Digital seperti pada microwave oven ataupun pengatur Suhu Digital . Seven Segment display pertama diperkenalkan dan dipatenkan pada

tahun 1908 oleh Frank.W.Wood dan mulai dikenal luas pada tahun 1970-an setelah aplikasinya pada LED (Light Emitting Diode).Di bawah ini adalah bentuk fisik Seven Segment dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini :

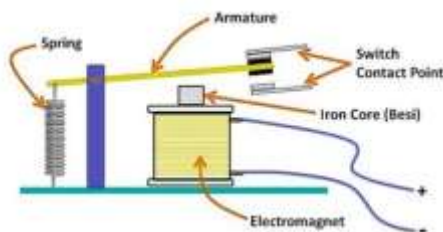


Sumber:nonizuka.blogspot.co.id/2014/05/v-behaviorurldefaultvml.o.html

Gambar 2: Bentuk fisik Seven Segment

2.10 Pengertian Relay

Relay adalah komponen elektronika yang berupa saklar atau switch elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik. Relay juga biasa disebut sebagai komponen elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu coil atau elektromagnet dan kontak saklar atau mekanikal.Di bawah ini adalah gambar cara kerja relay, dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini :



Sumber : belajarElektronika.net/pengertian-fungsi-dan-cara-kerja-relay/

Gambar 3 : Cara Kerja Relay

2.11 Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Sebagaimana fungsi Resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori

komponen pasif. Berdasarkan jenis dan bahan yang digunakan untuk membuat Resistor dibedakan menjadi Resistor kawat, Resistor arang dan Resistor oksida logam atau Resistor metal film.

Tabel 1 : Tabel Warna Resistor

Warna	Nilai
Hitam	0
Coklat	1
Merah	2
Orange	3
Kuning	4
Hijau	5
Biru	6
Ungu	7
Abu-abu	8
Putih	9
Emas	5%
Perak	10%
Tak berwarna	20%

Sumber : zoniaelektro.net/resistor-karakteristik-nilai-dan-fungsinya/

2.12 Pengertian LED

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.

2.13 Transformator

Transformator atau sering disingkat dengan istilah Trafo adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Maksud dari perubahan taraf tersebut diantaranya seperti menurunkan tegangan AC dari 220 VAC ke 12 VAC ataupun menaikkan tegangan dari 110 VAC ke 220 VAC.

2.14 Miniature Circuit Breaker (MCB)

MCB adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih (overload) dan hubung singkat arus listrik (short circuit atau konsleting). MCB otomatis akan memutuskan arus bila arus yang melewatinya melebihi batas nominal yang telah ditentukan pada MCB tersebut. Nominal arus MCB adalah 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A dan lain sebagainya.

2.15 Printed Circuit Board (PCB)

Papan sirkuit cetak (Printed Circuit Board) atau PCB adalah papan yang terbuat dari bahan isolator dan permukaannya dilapisi tembaga. PCB berguna sebagai tempat pemasangan dan penghubung komponen-komponen Elektronika.

2.16 DC To DC Lm 2596

Sesuai namanya regulator switch ing mengatur tegangan keluaran dengan me-nyaklar (ON/OFF) tegangan masukan. Frekuensi switching berbeda-beda tiap regulator umumnya dalam kHz. Kelebihan regulator switching adalah disipasi daya yang lebih kecil dibandingkan dengan regulator linear karena tujuan utamanya bukan untuk mendisipasikan daya dari selisih tegangan masukan atau keluaran. Sedangkan kekurangannya, tegangan keluaran akan bergelombang akibat switching. Di bawah ini adalah gambar DC To DC Lm 2595 :



Sumber : itead.cc/lm2596-dc-dc-sirkuitconverter-step-down-power-modul

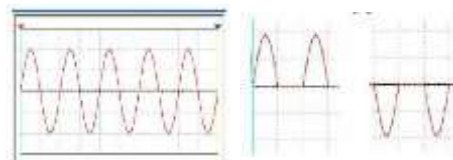
Gambar 4: DC To DC Lm 2596

2.17 Regulator Solar Cell

Regulator Solar Cell adalah alat pengganti Controller yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan yang masuk dari keluaran Solar Cell 6,80 VDC lalu masuk ke DC to DC dengan keluaran 5,24 VDC supaya dapat mengecass baterai karena tegangan yg dibutuhkan hanya 5 VDC.

2.18 Power Supply (Catu Daya)

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Berikut ini bentuk Catu daya merupakan suatu Rangkaian yang paling penting bagi sistem elektronika. Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC dan sumber DC. Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak – balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah. Bila dilihat dengan osiloskop seperti gambar 5 berikut :



Gambar 5: (a) Tegangan AC dan (b) Tegangan DC

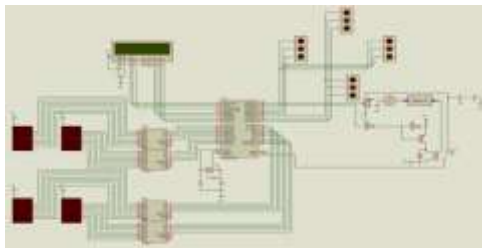
3. PERANCANGAN ALAT

3.1 Umum

Secara garis besar perancangan sistem Traffic Light berbasis mikrokontroler ATmega8535 ini, dibagi menjadi 2 bagian yaitu perancangan perangkat keras (hardware) dan perancangan perangkat lunak (software).

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Dalam perancangan *hardware* ini, jenis *mikrokontroler* yang digunakan pada sistem ini adalah *ATMega8535*, yang memiliki 32 port *register* umum, 64 buah *register* I/Q, dan 512 byte SRAM Internal. Perancangan *hardware* terdiri dari perancangan keseluruhan alat, perancangan *Catu Daya*, perancangan sistem *Minimum ATMega 8535*, perancangan rangkaian *LCD monitor*, perancangan *Driver Relay*, dan perancangan rambu lalu lintas 4 simpang. Adapun gambar keseluruhan dapat dilihat pada gambar 6 di bawah ini :



Gambar 6 : Gambar Rangkaian Keseluruhan Alat

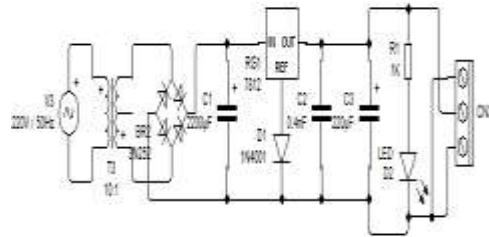
Dalam perancangan perangkat keras ini, menggunakan peralatan – peralatan pendukung diantaranya :

- a. Solder.
- b. Timah.
- c. Multimeter.
- d. Lotfet.
- e. Obeng.
- f. Tang Potong.
- g. Bor.
- h. Kabel.
- i. karter
- j. Dan peralatan pendukung lainnya.

3.3 PerancanganCatuDaya

Catu Daya merupakan bagian terpenting dari sistem, karena tanpa catu daya maka seluruh rangkaian tidak dapat berjalan dengan semestinya. Pada

perancangan alat ini daya yang digunakan adalah 5 volt dc 1 ampere, digunakan untuk suplai daya ke beban beban seperti LED, lampu indikator merah, kuning, hijau dan Seven Segment. Rangkaian Catu Daya (Power Supply) dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini :

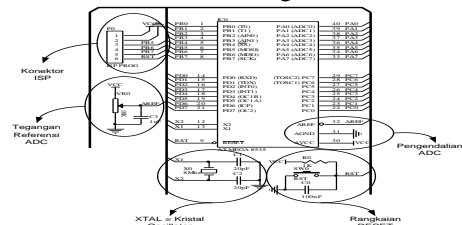


Sumber : Author

Gambar 7 : Rangkaian Power Supply

3.4 Sistem minimumATMega8535

Sistem minimum mikrokontroler adalah sistem elektronika yang terdiri dari komponen - komponen dasar yang terdiri dari komponen - komponen dasar yang dibutuhkan oleh suatu mikrokontroler untuk dapat berfungsi dengan baik. Berikut gambar rangkaian sistem minimum ATMega 8535:

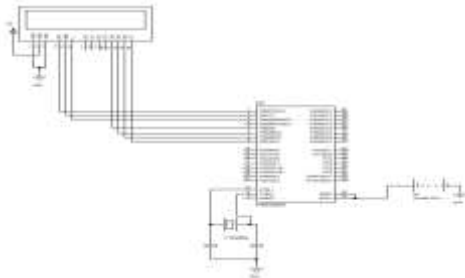


Gambar 8 : Sistem Minimum Mikrokontroler ATMega 8535

3.5 Perancangan rangkaian LCD monitor

LCD monitor berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, atau menampilkan angka. Dalam perancangan rangkaian LCD monitor ini menggunakan LCD ukuran 2x16 (16 kolom 2 baris), pada LCD monitor ini mempunyai beberapa pin diantaranya yaitu Rs, Rw, E, VLCD. Pin-pin tersebut dihubungkan langsung dengan mikrokontroler ATMega8535 sesuai dengan port yang telah diprogram

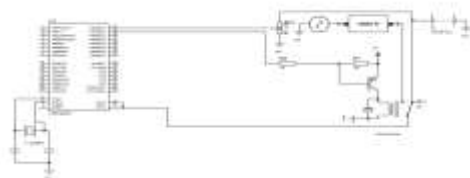
sebagai port untuk LCD monitor. dapat dilihat di bawah ini rangkaian LCD monitor yang ditunjukkan oleh gambar 9 berikut ini :



Gambar 9: Skematik Rangkaian DI-LCD 16X2 Board

3.6 Perancangan Rangkaian Driver Relay

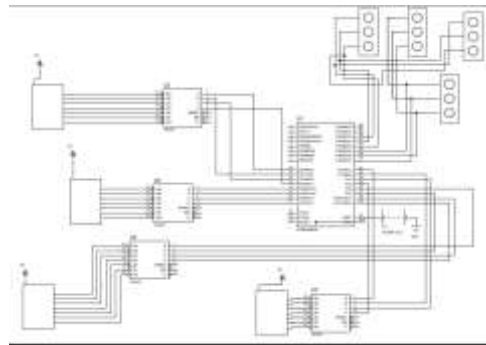
Driver Relay terdiri dari beberapa komponen utama yaitu berupa resistor, dan relay itu sendiri. Resistor berfungsi sebagai saklar dan relay DC 12 Volt berfungsi sebagai pemutus dan penyambung tegangan sumber yang menuju ke beban listrik yang akan dikontrol.



Gambar 10 : Rangkaian Driver Relay

3.7 Perancangan Rambu Lalu Lintas 4 Simpang

Untuk perancangan lampu lalu lintas ini terdiri dari beberapa bagian yaitu mikrokontroler, lampu LED, dan Seven Segment. Lampu lalu lintas ini mempunyai 3 warna yaitu merah, kuning, dan hijau, dan lampu merah tersebut saya buat 4 simpang dan saya tambahkan 2 Seven Segment untuk memberikan keterangan waktu pada saat lampu merah, kuning dan hijau supaya pengguna jalan mengetahui kapan waktunya untuk jalan dan kapan waktunya untuk berhenti.



Gambar 11 : Perancangan rambu lalu lintas 4 simpang

3.8 Perancangan Program / Software

Dalam perancangan alat untuk sistem Rancang Bangun Miniatur Sistem Hibrid Traffic Light Menggunakan Solar Cell Dengan Backup Daya PLN dan Baterai Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 tidak hanya melakukan perancangan hardware adapun perancangan software yang dilakukan agar dalam perancangan alat ini berjalan sesuai yang dikehendaki. Langkah – langkah dalam mengupload kodeprogram melalui Codevision AVR terdiri dari :

1. Editor Program

Pada langkah ini merupakan tempat yang digunakan dalam menulis dan mengedit program dalam bahasa C.

2. Compiler

Setelah Bahasa C dimasukan lalu menuju compiler yang mengubah kode program (Bahasa C) menjadi kode biner, karena sebuah mikrokontroler tidak akan memahami Bahasa C dan hanya bisa memahami kode biner. Oleh karena itu compiler sangat diperlukan dalam hal ini.

3. Uploader

Selanjutnya langkah terakhir yaitu menuju ke sebuah modul yang bernama uploader yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan ATmega 8535.

4. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

4.1 Program Utama

Program dari alat ini dibuat menggunakan Bahasa C yang diupload ke dalam Mikrokontroler menggunakan software CodeVisionAVR+V2.05.3, Mikrokontroler yang digunakan yaitu IC Mikrokontroler ATmega8535. Berikut program dari alat ini :Program miniature traffic light Hendro Ardy Novian

```
#include <io.h>
#include <delay.h>
#include <alcd.h>
#include <stdlib.h>
#include <bcd.h>
#define Relay PORTA.1
#define LED1R PORTA.2
#define LED1Y PORTA.3
#define LED1G PORTA.4
#define LED2R PORTA.5
#define LED2Y PORTA.7
#define LED2G PORTA.6
#define onR 0
#define offR 1
#define on 1
#define off 0
#define ADC_VREF 0x40
unsignedintadc_read(unsigned char pin){
    ADMUX=pin | (ADC_VREF & 0xFF);
    delay_us(10);
    ADCSRA|=0x40;
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCW;
```

4.2 Pengujian Mikrokontroler

Pengujian pada rangkaian Mikrokontroler, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sistem minimum bekerja dengan baik, maka diadakan pengetesan pada jalur-jalur port yang dimiliki oleh Mikrokontroler ATmega 8535. Prosedur pengetesan :

1. Mempersiapkan voltmeter untuk mengukur level tegangan output tiap port dari Mikrokontroler .

2. Membuka program yang akan di test, dan meng-compile-nya.
3. Men-download program kedalam Mikrokontroler ATmega8535 dengan menggunakan ISP-downloader.

4.3 Pengujian Rangkaian Catu Daya

Pengujian dilakukan dengan mengukur daya masuk dari masukan sumber tegangan AC 220 V sampe tegangan keluaran tegangan DC yang diperlukan untuk menyuplai rangkaian badan DC. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui tegangan puncak (tegangan peak) pada trafo penurun tegangan sebelum masuk rangkaian peyearah. Berikut di bawah ini tabel 2 hasil pengukuran rangkaian catu daya dengan menggunakan AVO meter.

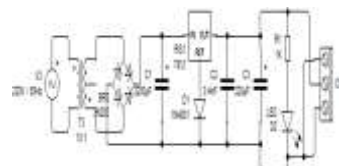
Tabel 2: Hasil Pengukuran Catu Daya Dengan AVOMeter :

No.	IC 78XX	AVO Meter		
		Vac	Vdc	Output PSU
1	IC 7812	15,2	16,12	12,1

Sumber Author

Dari rangkaian yang telah di buat di dapat dari spesifikasi komponen yang di digunakan untuk rangkian Power Suplay , berikut di bawah ini adalah gambar 12 rangkaian dengan komponen yang di gunakan dalam Power Suplay.

1. Power Suplay



Rangkaian yang telah di buat menggunakan trafo penurun tegangan dari 220 V – 15,2V AC dengan arus maksimal 1A dan trafo yang di gunakan adalah trafo nol (0). Rangkaian diode penyearah adalah rangkaian diode setengah gelombang, dengan pemakaian

arus maksimal diode 2A, dengan kapasitor 2200 μ F sebagai filter tegangan ripple. Berikut di bawah ini perhitungan analisa rangkaian Power Suplay.

Nilai tegangan puncak (V_p) dapat di hitung dengan menggunakan persamaan 1 di bawah ini:

$$\begin{aligned} V_p &= \sqrt{2} \times V_{ac} \\ &= \sqrt{2} \times 15,2 \\ &= 21,49 \text{ V} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan rangkaian Power Suplay. Tegangan AC pada sisi sekunder trafo penurun tegangan, tegangan puncak (V_p) di dapat 21,49 V sedangkan hasil dari pengukuran alat AVO meter adalah 15,2 V, maka presentase perbandingan antara hasil perhitungan dengan hasil alat ukur dapat digunakan persamaan 2 di bawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Presentase} &= \frac{V_{pengukuran}}{V_{perhitungan}} \times 100\% \\ &= \frac{15,2}{21,49} \times 100\% = 70,73 \% \end{aligned}$$

Nilai V_{rms} , Tegangan efektif dapat di hitung dengan menggunakan persamaan 3 di bawah ini :

$$\begin{aligned} V_{rms} &= 0,707 \times V_{mak} \\ &= 0,707 \times 21,49 \\ &= 15,19 \text{ V} \end{aligned}$$

Nilai tegangan DC dari input AC, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4 di bawah ini :

$$\begin{aligned} V_{dc} &= \frac{\sqrt{2} \times 2 \times V_{max}}{3,14} \\ &= \frac{\sqrt{2} \times 2 \times 21,49}{3,14} \\ &= 19,35 \text{ V} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk hasil perhitungan V_{dc} yang di dapat dari rangkaian Power Suplay adalah 19,35 V, dan hasil daripengukuran dengan alat ukur AVO meter adalah 16,12 V. Maka persentase perbandingan anatara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran dengan AVO meter dapat di lihat persamaan 5 di bawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Presentase} &= \frac{V_{pengukuran}}{V_{perhitungan}} \times 100\% \\ &= \frac{16,12}{19,35} \times 100\% \\ &= 83,30 \% \end{aligned}$$

4.4 Pengujian Solar Cell dan Regulator

Pengujian Solar Cell ini dilakukan untuk mengetahui besarnya daya keluaran dari Solar Cell yang di pakai pada perancangan sistem hibrid, yaitu dengan melihat besarnya nilai arus dan tegangan dari Solar Cell di waktu yang berbeda, dalam kondisi berbeban dan tanpa beban. Dimana nilai dari kedua parameter ini lah yang mempengaruhi besarnya daya yang dibangkitkan oleh Solar Cell. Selanjutnya untuk mengetahui berapa lama baterai dapat bekerja tanpa PLN dapat di lihat pada tabel 3 di bawah ini :

Tabel 3 : Berapa Lamanya Baterai Bekerja

Tanggal	Waktu	Kondisi baterai
21/12/2016	19.00	6.0 V
21/12/2016	22.00	5,60 V
21/12/2016	00.00	5,55 V
21/12/2016	03.00	4,95 V

Sumber : Author

4.5 Perbandingan Pengisian Solar Cell

Perbandingan pengisian baterai adalah 7 jam, di bawah ini adalah tabel 4 dan 5 pengisian dan penggunaan baterai :

Table 4 Pengisian Baterai

Pengisian baterai	Tegangan pengisian	Persentase pengisian
1 jam	5 volt	20%

Sumber :Author

Table 5 Penggunaan Baterai

Penggunaan baterai	Tegangan pemakaian	Persentase baterai habis
8 jam	5 volt	10 %

Sumber :Author

4.6 Perbandingan Arus Solar Cell Dan Power Supply

Di bawah ini adalah perbandingan arus Power Supply dan Solar Cell (baterai) ketika dalam keadaan berbeban dapat di lihat pada persamaan 6 di bawah ini :

Arus panel surya (baterai):0,14 Adc

Arus Power Supply:0,10 Adc

Kapasitas Baterai:1.000 mAh

Pengecasan :1 jam

Pemakaian8 jam

PB: $0,14 \times 5 = 0,7$ watt

PPs: $0,10 \times 5 = 0,5$ watt

Dari hasil perhitungan rangkaian arus Power Supply dan Solar Cell di atas dapat di lihat, arus Power Supply 0,10 Adc ketika dalam keadaan berbeban, sedangkan hasil dari Solar Cell adalah 0,14 Adc ketika dalam keadaan berbeban.

4.9 Lamanya Proses Perpindahan Dari PLN ke Baterai

Secara normal switch dari PLN ke baterai membutuhkan waktu 2 detik untuk memindahkan beban dari PLN ke baterai. Proses lamanya perpindahan beban dan lama switch dengan 5 kali percobaan dapat di lihat pada tabel 6 di bawah ini :

Tabel 6 Proses Perpindahan Beban Dari PLN KeBaterai

No	Perpindahan Switch	Waktu	Jam/Menit	Lama Switch
1	PLN → Solar Cell	07.00 – 08.00	1 jam	2 detik
2	PLN → Solar Cell	08.00 – 09.00	1 jam	2 detik
3	PLN → Solar Cell	09.00 – 10.00	1 jam	2 detik
4	PLN → Solar Cell	11.00 – 12.00	1 jam	2 detik
5	PLN → Solar Cell	13.00 – 14.00	1 jam	2 detik

Sumber :Author

Dari tabel 6 di atas dapat di lihat bahwa PLN hanya membutuhkan waktu 1 jam untuk membackup beban-beban Traffic Light dikarenakan PLN hanya sebagai backup dan Solar Cell sebagai sumber utamanya.

4.10 Lamanya Proses Perpindahan Beban Dari Baterai Ke PLN

Lama baterai dapat bertahan tanpa bantuan PLN sekitar 8 jam lamanya dan apabila baterai kurang dari 10 % atau di bawah tegangan 4,95 volt otomatis switch ke PLN dalam waktu 2 detik. Proses lamanya perpindahan beban dan lama switch dengan 5 kali percobaan dapat di lihat pada tabel 7 di bawah ini :

Tabel 7: Proses Perpindahan Beban Dari Baterai Ke PLN

No	Perpindahan Switch	Waktu	Ketahanan Baterai Hingga Habis	Lama Perpindahan Switch
1	Solar Cell → PLN	19.00 – 01.00	8 jam	2 detik
2	Solar Cell → PLN	19.00 – 01.00	8 jam	2 detik
3	Solar Cell → PLN	19.00 – 01.00	8 jam	2 detik
4	Solar Cell → PLN	19.00 – 01.00	8 jam	2 detik
5	Solar Cell → PLN	19.00 – 01.00	8 jam	2 detik

Sumber :Author

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dari pemanfaatan *Solar Cell* pada *Traffic Light* simpang empat sebagai energi alternatif, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Lamanya baterai dapat menyalakan rangkaian Hibrid Traffic Light tanpa Power Suplly adalah 8 jam. Dengan keadaan Baterai tinggal 10 % dan Power Suplly otomatis mem-backup beban-bebannya supaya rangkaian Traffic Light tetap dapat bekerja secara maksimal.
2. Lamanya PLN dapat mem backup Solar Cell dan Baterai adalah 1 jam, untuk tetap dapat menghidupkan rangkaian Traffic Light.
3. Switch dari PLN ke baterai membutuhkan waktu 2 detik untuk memindahkan beban dari PLN ke baterai.

DAFTAR PUSTAKA

Lingga Wardhana, 2006, Mikontroler AVR Seri ATMega 8535; Simulasi, Hardware, dan Aplikasi , Andi Offset , Yogyakarta.

Mahmudsyah syariffuddin, 2000, teknik pembangkitan, aplikasi dan perkembangan Sel Surya di Indonesia, Makalah seminar peran dan Perkembangan Energi Surya sebagai Energi Alternatif, Universitas Gajayana, Malang.

Syahrul,2012,Mikrokontroler AVR ATMega 8535, Informatika, Bandung.

Afrie Setiawan, 2011, 20 Aplikasi Mikrokontroler ATMega 8535 Menggunakan Bascom-AVR, Andi, Yogyakarta

Makalah-Panel-Surya-Untuk-Lampu-Lalu-Lintas. (diakses tanggal 10 september 2016 jam 02.30)

Zonaelektro.net/resistor-karakteristik-nilai-dan-fungsinya/ (diakses tanggal 11 agustus 15.30)

PENULIS

- 1) **Hendro Ardy Novian, S.T**,Alumni Tahun 2017 Program Studi Elektro – Fakultas Teknik – Universitas Pakuan Bogor.
- 2) **Prof. Dr. Ir. H. Didik Notosudjono, M.Sc.** Guru Besar Staf Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.
- 3) **Agustini Rodiah Machdi, ST., MT.** Staf Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.