

## PROTOTYPE SISTEM ENERGI TERBARUKAN RUMAH TANGGA

Ferdy Triyuandika<sup>1)</sup>, Indah Kusuma Ningrum<sup>2)</sup>, Wisnu Djatmiko<sup>3)</sup>  
<sup>1,2,3)</sup> DIII Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta  
 Email: [wisnu.dj@unj.ac.id](mailto:wisnu.dj@unj.ac.id)

### ABSTRACT

*The research objective of House Renewable Energy System Prototype is to make monitoring and switching systems for household renewable energy as an alternative energy, where the energy sources used are solar cells and wind turbines. The energy produced stored in a 12 Volt DC battery which then converted into 220 Volt AC voltage that used to activate the electricity consumption load at home. This system monitors the voltage and current generated by each source, the energy that has been stored in the battery, and also the load used, by utilizing voltage and current sensor module INA219 displayed on a 20 x 4 LCD, this system also switches energy sources to charge battery using Arduino UNO as the microcontroller.*

**Key Words :** *Prototype, Energy, Electricity, Alternative Energi, Sun, Wind, Arduino*

### ABSTRAK

Tujuan penelitian Prototipe Sistem Energi Terbarukan Rumah-Tangga ini adalah membuat sistem *monitoring* dan *switching* energi terbarukan rumah-tangga sebagai energi alternatif, dimana sumber energi yang digunakan adalah sel surya dan turbin angin. Energi yang dihasilkan disimpan pada aki 12 Volt DC yang kemudian diubah menjadi tegangan 220 Volt AC untuk digunakan mengaktifkan beban pemakaian listrik dirumah. Sistem ini *monitoring* tegangan dan arus yang dihasilkan tiap sumber, energi yang telah disimpan pada aki, dan juga beban yang digunakan, dengan memanfaatkan modul sensor tegangan dan arus INA219 yang ditampilkan pada LCD 20 x 4, sistem ini juga melakukan *switching* terhadap sumber energi untuk melakukan pengisian pada aki dengan menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontrolernya.

**Kata-Kata Kunci :** Prototipe, Energi, Listrik, Energi Alternatif, Matahari, Angin, Arduino

## PENDAHULUAN

Energi merupakan isu yang sangat krusial bagi masyarakat dunia, terutama semenjak terjadinya krisis minyak dunia pada awal dan akhir dekade 1970-an. Dengan kondisi tersebut, saat ini negara-negara di dunia berlomba untuk mencari dan memanfaatkan sumber energi alternatif untuk menjaga keamanan ketersediaan sumber energinya. Begitu juga Indonesia, untuk menjaga ketahanan sumber energinya, maka dikeluarkan keputusan presiden RI No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional, dimana salah satunya yaitu penggunaan sumber energi yang dapat diperbaharui seperti *biofuel*, energi matahari, energi angin, energi gelombang dan arus samudra, dan geotermal. (Purwangka, dkk. 2012)

Energi listrik merupakan salah satu faktor penting bagi kelancaran mobilitas sehari-hari, karena sebagian besar aktivitas manusia membutuhkan energi listrik yang cukup besar. Namun di Indonesia masih banyak daerah yang tidak terjamah oleh listrik, salah satu alasannya karena sukarnya medan untuk membangun suatu sumber listrik pada daerah tersebut. Bukan hanya pendistribusian listrik yang tidak merata, pemadaman listrik pun masih sering dilakukan oleh PLN guna menghemat pemakaian listrik di pemukiman padat penduduk. Sehingga banyak aktivitas masyarakat yang tertunda. Walaupun ada genset sebagai pembangkit listrik, namun tidak semua masyarakat mampu

Dari permasalahan di atas dapat diketahui bahwa energi listrik di Indonesia masih terbilang kurang memuaskan dikarenakan pemadaman

listrik yang sering terjadi, khususnya di daerah pemukiman atau perumahan warga. Untuk itu, pada proposal Tugas Akhir ini peneliti ingin membuat sebuah prototipe yang dapat menjadi sumber energi alternatif yang berjudul “Prototipe Sistem Energi Terbarukan Rumah-Tangga”. Sudah banyak penelitian serta perancangan untuk prototipe ini, namun yang membedakan prototipe ini dengan yang lainnya, yaitu dengan memanfaatkan dua sumber energi alam yaitu cahaya matahari dan angin sehingga dapat menjadi sumber energi listrik alternatif yang sangkil untuk kebutuhan rumah-tangga.

Inovasi ini merupakan hasil analisis peneliti terkait kondisi cuaca serta musim di tempat yang peneliti targetkan. Sehingga pemasangan prototipe ini terbilang mudah dan prototipe sistem energi terbarukan rumah-tangga ini akan bekerja optimal karena sesuai dengan kondisi musim dan iklim di Indonesia.

Wasito (1995:164) menyatakan bahwa dioda listrik surya / sel surya merupakan suatu dioda yang dapat mengubah energi surya / matahari secara langsung menjadi energi listrik (berdasarkan sifat foto elektrik yang ada pada setengah penghantar). Sel surya ini biasanya berbentuk dioda pertemuan P – N yang memiliki luas penampang tertentu. Semakin luas permukaan atau penampang sel, semakin besar arus yang akan diperoleh. Satu sel surya dapat menghasilkan beda potensial sebesar 0.5V DC (dalam keadaan cahaya penuh). Dengan menggunakan sebuah perangkat semikonduktor yang memiliki permukaan yang luas dan terdiri dari rangkaian dioda tipe p dan n, cahaya yang datang akan

mampu diubah menjadi energi listrik. Proses pengubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor. Lebih tepatnya tersusun atas dua jenis semikonduktor, yaitu jenis n dan jenis p.

Saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional (Contoh: PLTD, PLTU, dll), namun turbin masih lebih dikembangkan oleh para ilmuwan karena dalam waktu dekat manusia akan dihadapkan dengan masalah kekurangan sumber daya alam tak dapat diperbaharui (Contoh: batubara, minyak bumi) sebagai bahan dasar untuk membangkitkan listrik. Turbin angin dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu: turbin angin sumbu horizontal dan turbin angin sumbu vertikal. (Daryanto, 2007). Jenis turbin yang digunakan oleh peneliti adalah turbin jenis Savonius yang terdiri dari empat dua bilah turbin berbentuk S, karena dengan desain seperti itu turbin akan berputar dengan menerima angin dari segala arah.

Menurut Pribadi Adhi. B (2016:3) proses pengisian arus listrik dengan sel surya ke baterai tidak sama dengan pengisi baterai konvensional (*battery Charger*) yang menggunakan listrik. Hal ini disebabkan karena arus listrik yang dihasilkan sel surya bisa besar, dan juga kecil tergantung dari penyinaran/radiasi matahari. Proses pengisian akan berlangsung selama ada radiasi matahari, tidak melihat apakah baterai tersebut sudah penuh atau belum.

Akumulator merupakan jenis baterai sekunder yang merupakan elemen elektro – kimia yang dapat memperbaharui bahan – bahan pereaksinya. Jenis akumulator yang sering dipakai adalah akumulator timbal. Akumulator ini terdiri dari dua kumparan pelat yang dicelupkan dalam larutan timbal, sedangkan lapisan timbal dioksida akan dibentuk pada pelat positif ketika lemen pertama kali dimuati. Letak pelat positif dan negatif sangat berdekatan tetapi dicegah tidak langsung menyentuh oleh pemisah yang terbuat dari bahan penyekat (isolator). (Wildan D, 2011:9).

*Inverter* adalah sebuah perangkat peubah listrik yang dikenal memiliki kemampuan untuk merubah listrik bertegangan DC menjadi listrik bertegangan AC dengan nilai frekuensi yang dapat diatur. Sebuah *Inverter* dikatakan bersifat ideal apabila tegangan DC yang masuk bebas dari *ripple* serta tegangan yang keluar dari *Inverter* berbentuk gelombang sinusoidal murni. (Tauhid B: 2014).

INA219 merupakan modul sensor yang dapat *me-monitoring* tegangan dan arus pada suatu rangkaian listrik. INA219 didukung dengan *interface* I<sup>2</sup>C atau SMBUS-COMPATIBLE dimana peralatan ini mampu memonitor tegangan shunt dan suplai tegangan bus, dengan konversi program *times* dan *filtering*. INA219 memiliki sebuah *amplifier input* maksimum adalah  $\pm 320\text{mV}$  ini berarti dapat mengukur sampai  $\pm 3,2\text{ A}$ . Dengan internal 12 bit ADC, resolusi pada  $\pm$  kisaran 3.2 A adalah 0.8 mA. Dengan gain internal yang ditetapkan pada minimum div8, maks saat ini adalah  $\pm 400\text{mA}$  dan resolusi 0.1 mA.

INA219 mengidentifikasi tegangan shunt pada bus 0 – 26 V. (Prakoso, Muhammad G, 2016 :14).

**METODE**

Tempat dilakukan pada Laboraturium Robotika dan *Rooftop* gedung L Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta. Pengerjaan dilakukan pada semester genap 108 tahun 2018.

Metode yang dilakukan adalah metode rancang bangun terbagi dalam 3 (tiga) bagian yaitu : input (*solar cell* dan turbin angin), proses (mikrokontroler menggunakan arduino uno) dan output (LCD dan tegangan AC 220).

**Deskripsi Alat**

Prototipe sistem energi terbarukan rumah-tangga adalah rancang bangun suatu sistem dimana energi yang digunakan pada rumah-tangga merupakan energi yang memanfaatkan dua sumber energi terbarukan, yaitu sinar matahari dan angin. Energi yang didapat kemudian dikonversikan menjadi tegangan yang akan disimpan di dalam baterai (aki), tegangan yang disimpan dalam aki merupakan tegangan pada saat keluaran salah satu sumber energi diatas 12,8 Volt. Untuk mengetahui tegangan keluaran dari tiap sumber digunakan sensor tegangan INA219 yang akan diproses oleh *controller* (arduino). *Controller* akan memproses data yang diterima dan menentukan aksi yang akan dilakukan, dengan mengaktifkan *relay* pada sumber tegangan yang nilainya diatas 12,8 Volt dan dialirkan ke aki untuk disimpan kemudian diubah dari 12 Volt DC enjadi 220 Volt AC oleh *Inverter* sebelum dapat digunakan untuk

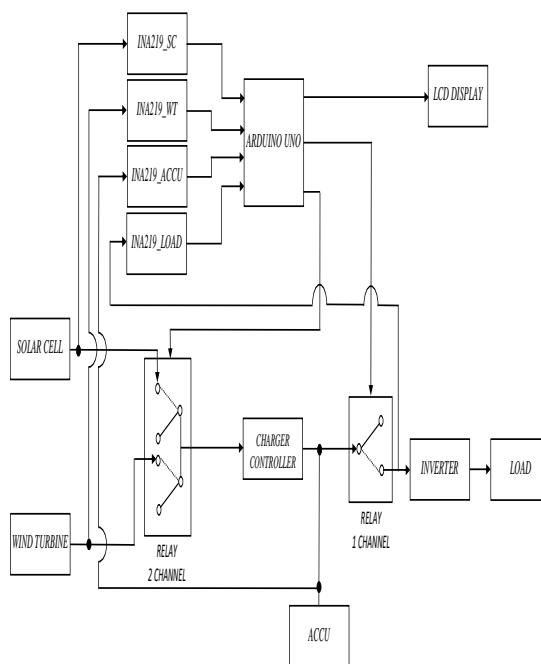
menyalakan atau mengaktifkan alat-alat rumah-tangga pada umumnya yang membutuhkan tegangan 220 Volt AC.

Selain tegangan dari sumber, tegangan dari aki dan beban juga dapat diketahui melalui sensor INA219 yang juga dapat mengetahui besar arus pada sumber tegangan, aki dan juga beban yang akan ditampilkan pada LCD 20 x 4.

Keluaran dari alat ini merupakan tegangan AC 220 Volt yang akan digunakan untuk beban lampu DC sebesar 7 watt, pada saat energi yang di dalam aki dipakai untuk menyalakan beban, proses pengisian baterai akan tetap dapat dilakukan.

**Diagram Blok**

Cara kerja prototipe sistem energi terbarukan rumah-tangga ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Blok

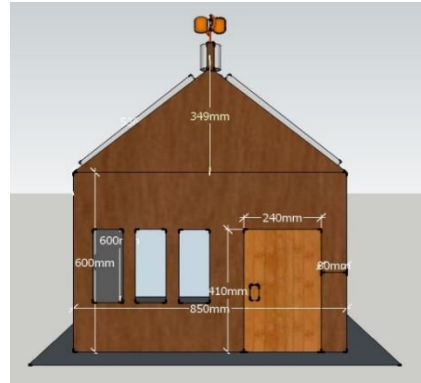
Sistem prototipe sistem energi terbarukan rumah-tangga ini memiliki empat *input* yaitu INA219\_SC sebagai pendeteksi tegangan dan arus pada *solar cell*, INA219\_WT sebagai pendeteksi tegangan dan arus pada *wind turbin*, INA219\_ACCU sebagai pendeteksi tegangan dan arus pada *accu* dan INA219\_LOAD sebagai pendeteksi tegangan dan arus pada beban.

*Input* akan diproses melalui arduino sebagai mikrokontroler sistem dengan dua *output* yaitu pengendalian *relay* yang akan mengaktifkan atau menonaktifkan *relay* pada sistem pengisian dan pemakaian baterai (*accu*) sesuai dengan data yang telah diproses sebelumnya dan data juga akan ditampilkan pada LCD 20 x 4.

Pada blok diagram juga digambarkan bahwa energi yang dihasilkan dari *solar cell* dan *Wind Turbine* masuk ke *Charger controller* terlebih dahulu sebelum dialirkan ke baterai untuk disimpan. Dan energi dari aki diubah dari 12 Volt DC menjadi 220 Volt AC yang kemudian digunakan untuk mengaktifkan alat-alat rumah- tangga.

### Desain Maket Alat

Desain ini dibutuhkan sebelum prototipe sistem energi terbarukan rumah-tangga dibuat. Ilustrasi gambar rancangan maket ditunjukkan pada gambar 2, gambar 3, gambar 4 dan gambar 5.



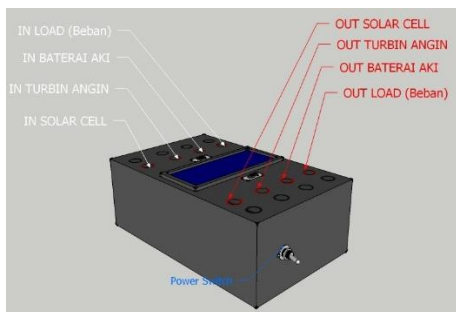
**Gambar 2.** Rancangan Prototipe Tampak Depan



**Gambar 3.** Rancangan Prototipe Tampak Atas



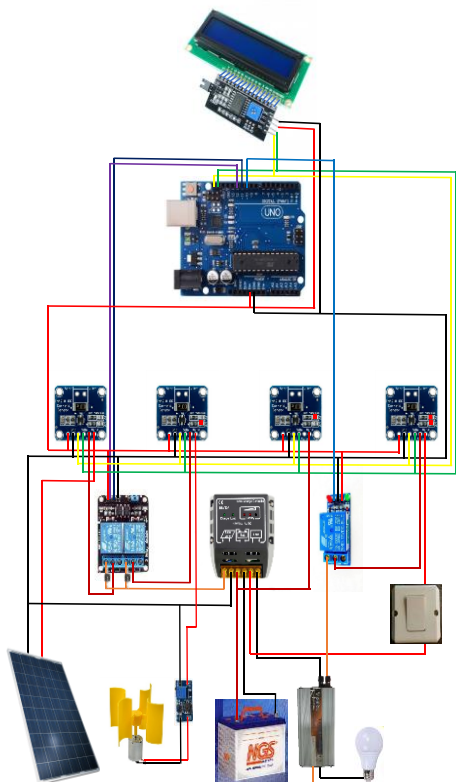
**Gambar 4.** Rancangan Prototipe Tampak Samping



Gambar 5. Rancangan Box Rangkaian

### Perancangan Elektronika

Perangkat elektronika yang dibutuhkan Prototipe Sistem Energi Terbarukan Rumah-Tangga antara lain adalah solar cell, turbin angin, relay, Charger control, accu, dan rangkaian modul sensor INA 219. Gambar skema rancangan elektronik ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Skema Rancangan Elektronik

### Perancangan Catu Daya

Catu daya yang digunakan untuk menyalakan sistem prototipe energi terbarukan rumah-tangga ini menggunakan baterai 18650 sebanyak 2 buah untuk mengaktifkan arduino sebagai pengontrol sistem yang membutuhkan supply sebesar 5 Volt.

### Perancangan Solar Cell

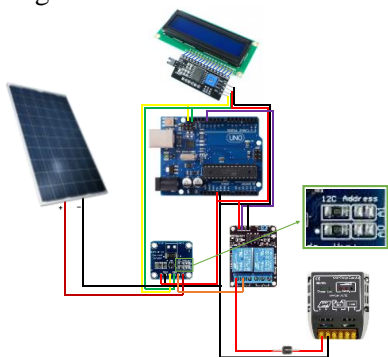
Pada penelitian ini, solar cell yang digunakan ada dua jenis ukuran yang berbeda yang digabung secara paralel. Spesifikasi solar cell tipe SYP50S-M dan tipe P-10W ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Solar cell Tipe SYP50S-M dan Tipe P-10W

Besaran	Satuan	Tipe	
		SYP50S-M	P-10W
Peak Power ( $P_{max}$ )	W	50	10
Peak circuit voltage	Voc	20.5	22
Max. power voltage	V	16.5	18.36
Short circuit current	A	3.85	0.58
Max. power current	A	3.55	0.54
Power tolerance range	%	3	3

<i>Max. system voltage</i>	VDC	1000	1000
<i>weight</i>	Kg	8	1.2
<i>dimensio ns</i>	mm	1195 x 541 x 30	260 x 380 x 25

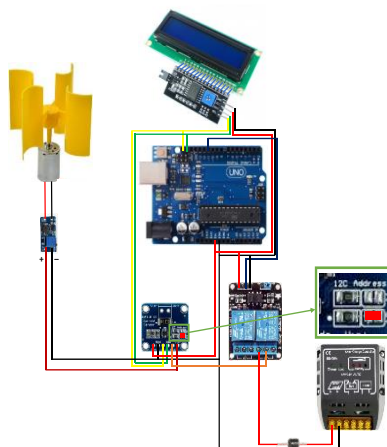
Gambar 7. *Wiring diagram* perancangan *solar cell* ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. *Wiring Diagram* Perancangan *Solar Cell*

### Perancangan Turbin Angin

Pada penelitian ini, jenis turbin yang digunakan adalah turbin vertikal Savonius agar baling-baling tetap bisa memutar dengan menerima angin dari segala arah. Dengan generator motor DC 24 Volt. Pada perancangan turbin angin ini, peneliti menambahkan *regulator step up* untuk menaikkan tegangan agar bisa mengisi baterai (*accu*). *Wiring diagram* perancangan turbin angin ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. *Wiring Diagram* Perancangan Turbin Angin

### Perancangan Relay

Prototipe sistem energi terbarukan rumah – tangga ini menggunakan tiga *relay* sebagai kontak atau saklar sistem pengisian aki dan pemakaian aki. *Relay* yang digunakan merupakan modul *relay*.

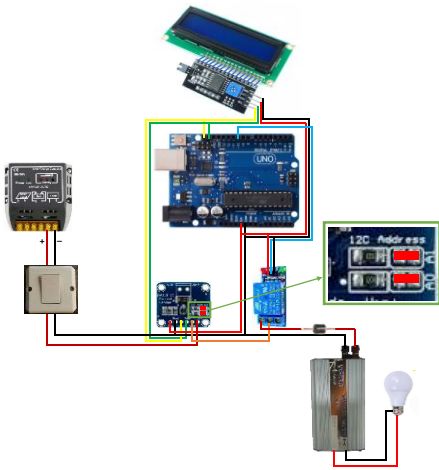
### Perancangan Charge Controller

Pada penelitian prototipe sistem energi terbarukan rumah-tangga ini peneliti juga memakai *charger controller* yang berfungsi mengontrol masuknya energi listrik ke aki dari *solar cell* maupun turbin angin untuk mengamankan baterai (aki), dan memperpanjang usia *accu*.

### Perancangan Load

Pada penelitian prototipe sistem energi terbarukan rumah-tangga ini peneliti menggunakan lampu sebagai beban yang akan diaktifkan oleh sistem. *Wiring diagram* perancangan beban ditunjukkan pada gambar 9.

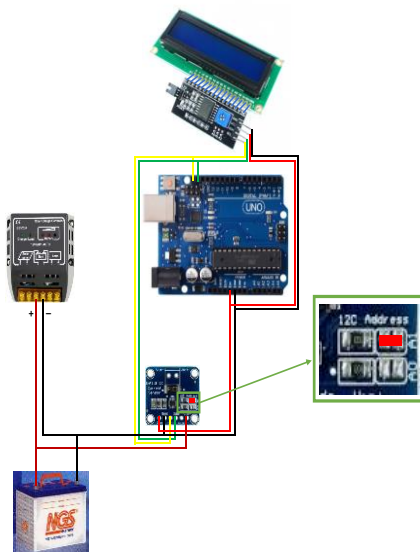




**Gambar 9.** *Wiring Diagram* Perancangan Beban

**Perancangan ACCU**

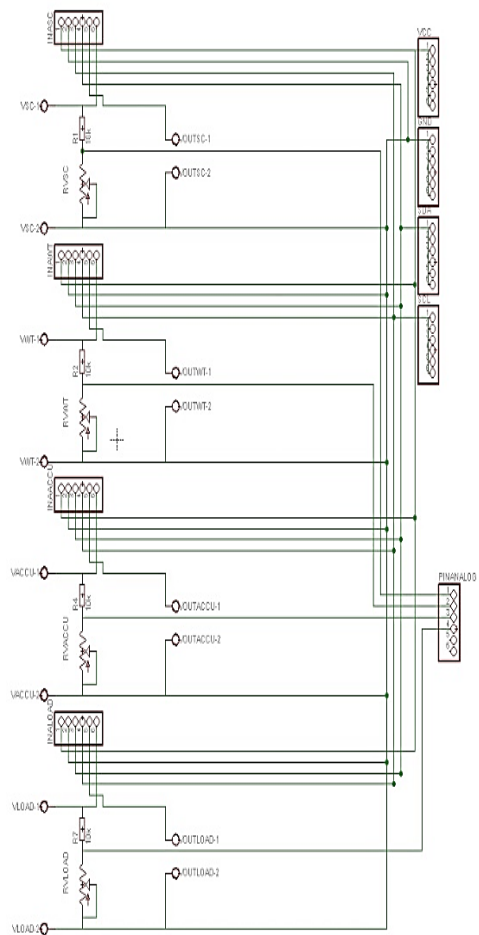
Pada penelitian prototipe sistem energi terbarukan rumah-tangga ini, peneliti menggunakan *accu* sebagai baterai tempat penyimpanan energi sebelum dipakai untuk mengaktifkan beban. *ACCU* yang digunakan *accu* 12 Volt dengan 65Ah. *Wiring diagram* perancangan *accu* ditunjukkan pada gambar 10.



**Gambar 10.** *Wiring Diagram* Perancangan Accu

**Perancangan Rangkaian Modul Sensor INA 219.**

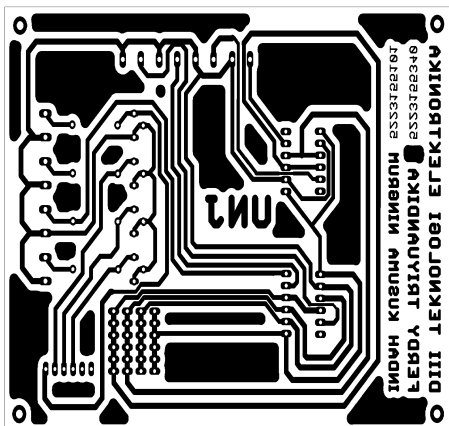
Rangkaian modul sensor INA 219 merupakan rangkaian untuk pembacaan sensor tegangan dan arus INA219 pada *solar cell*, turbin angin, aki, dan beban yang dikemas pada *blackbox* dengan ukuran 18 cm x 11 cm x 5 cm. Gambar *schematic* rangkaian ditunjukkan pada gambar 11.



**Gambar 11.** *Schematic* Rangkaian

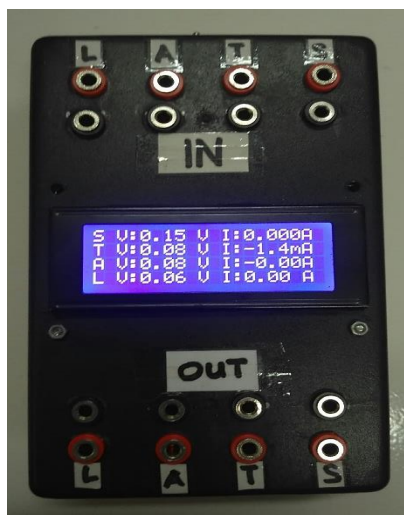
Gambar *board* rangkaian ditunjukkan pada gambar 12.





Gambar 12. Board Rangkaian

Gambar Box rangkaian ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 13. Box Rangkaian

### Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini adalah dengan menggunakan *software* Arduino IDE yang akan digunakan untuk memprogram Arduino Uno. Melalui *Software IDE* alat akhir prototipe sistem energi terbarukan rumah-tangga bisa dikendalikan dan dapat menjalankan sistem.

### Software IDE

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini, peneliti menggunakan *Software IDE (Integrated Development Environment)* untuk membuat program sistem *monitoring* tegangan, arus dan pengontrolan *relay* untuk *switching* pelepasan dari *solar cell* dan turbin angin ke aki. Berikut tahapan-tahapan yang dilakukan.

### Program Tampilan Awal Sistem

Tampilan awal sistem di LCD pada saat dinyalakan adalah munculnya karakter yang bertuliskan “SISTEM MONITORING ENERGI TERBARUKAN -READY-”. Gambar program yang memerintahkan untuk menampilkan tulisan tersebut pada LCD ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 14. Program Tampilan Awal Sistem

### Program Pembacaan Sensor

Setelah menampilkan tampilan awal pada LCD, sistem memulai untuk pembacaan sensor pada *solar cell*, turbin angin, aki, dan beban. Gambar program pembacaan sensor ditunjukkan pada gambar 15.

```

BISMILLAH_TA | Arduino 1.6.9
File Edit Sketch Tools Help

void loop()
{
  // SC ADALAH SOLAR CELL
  // WT ADALAH WIND TURBINE
  // L ADALAH LOAD
  // PEMBACAAN SENSOR UNTUK SOLAR CELL
  Iac = ImaSC.getCurrent_mA();
  busSC = ImaSC.getBusVoltage_V();
  ImaSC = Iac/1000.0;

  // PEMBACAAN SENSOR UNTUK WIND TURBINE
  Ivc = ImaWT.getCurrent_mA();
  busWT = ImaWT.getBusVoltage_V();
  ImaWT = Ivc/1000.0;

  // PEMBACAAN SENSOR UNTUK ACCU
  Iaccu = ImaACCU.getCurrent_mA();
  busACCU = ImaACCU.getBusVoltage_V();
  ImaACCU = Iaccu/1000.0;

  // PEMBACAAN SENSOR UNTUK LOAD
  Iload = ImaLOAD.getCurrent_mA();
  busLOAD = ImaLOAD.getBusVoltage_V();
  ImaLOAD = Iload/1000.0;

  // PENGONTROLAN RELAY PEMECAHAN MENGGUNAKAN SOLAR CELL
  if (busSC >= 12.4 && busWT < 12.4 && busLOAD <= 10.0 && busACCU < 12.0 && busSC > busWT)
  {
    digitalWrite(RelaySC, LOW);
  }
}
    
```

Gambar 15. Program Pembacaan Sensor

### Program Pengontrolan Relay

Setelah pembacaan tegangan dan arus, maka sistem akan mengambil aksi untuk mengaktifkan *relay* sesuai dari data yang diterima. Gambar program pengontrolan *relay* ditunjukkan pada gambar 16.

### Flowchart

Flowchart atau diagram alur dari Prototipe Sistem Energi Terbarukan Rumah - tangga ditunjukkan pada gambar 17.

```

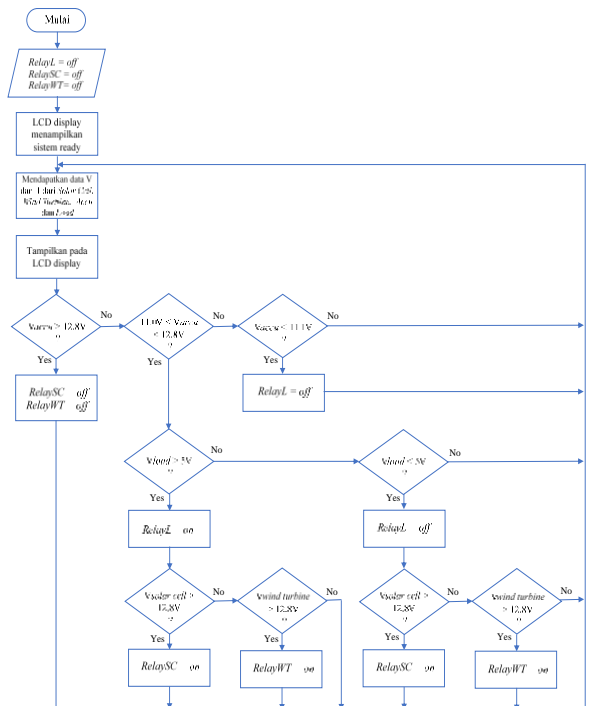
BISMILLAH_TA | Arduino 1.6.9
File Edit Sketch Tools Help

// PENGONTROLAN RELAY PEMECAHAN MENGGUNAKAN SOLAR CELL
if (busSC >= 12.4 && busWT < 12.4 && busLOAD <= 10.0 && busACCU < 12.0 && busSC > busWT)
{
  digitalWrite(RelaySC, LOW);
  lcd.setCursor(19, 0);
  cekList();
}
else if (busSC < 12.4 || busLOAD > 10.0 || busACCU > 12.0)
{
  digitalWrite(RelaySC, HIGH);
  lcd.setCursor(19, 0); //baris pertama
  lcd.print(" ");
}

// PENGONTROLAN RELAY PEMECAHAN MENGGUNAKAN WIND TURBINE
if (busWT >= 12.4 && busSC < 12.4 && busLOAD <= 10.0 && busACCU < 12.0 && busSC > busWT)
{
  digitalWrite(RelayWT, LOW);
  lcd.setCursor(19, 1);
  cekList();
}
else if (busWT < 12.4 || busLOAD > 10.0 || busACCU > 12.0)
{
  digitalWrite(RelayWT, HIGH);
  lcd.setCursor(19, 1); //baris pertama
  lcd.print(" ");
}

// PENGONTROLAN RELAY PENGGUNAAAN LOAD
if (busLOAD > 10.0)
    
```

Gambar 16. Program Pengontrolan Relay

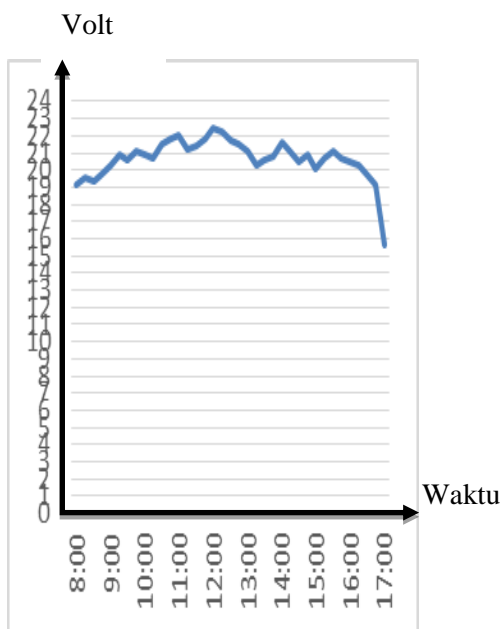


Gambar 17. Flowchart

**Pembahasan Pengujian**

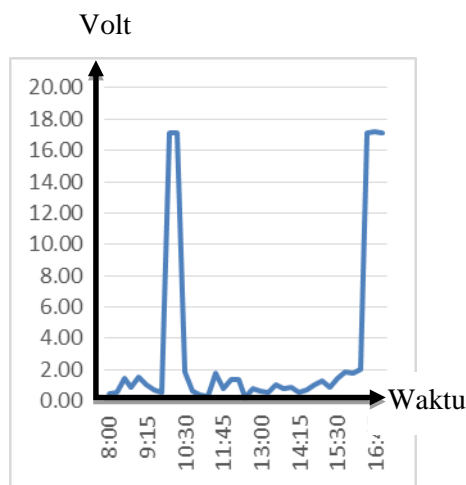
Berdasarkan dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, Prototipe Sistem Energi Terbarukan Rumah-Tangga berjalan sesuai dengan apa yang dirancang oleh peneliti yaitu sistem pengontrolan pengisian dan pemakaian energi pada baterai secara otomatis, dan juga data yang dapat ditampilkan pada LCD.

Dari hasil pengujian juga peneliti mendapatkan hasil bahwa pada pukul 08.00 – 17.00 masih efektif untuk pengisian aki dari *solar cell*, faktor cuaca di Indonesia, khususnya Jakarta belakangan ini relatif panas, sehingga pada pukul 08.00 dan 17.00 pun tegangan yang dihasilkan sudah melebihi batas pengisian aki yaitu 12.8 Volt. Grafik hasil pengujian rata-rata keluaran *solar cell* terhadap waktu dengan selang 15 menit sejak jam 08.00 – 17.00 ditunjukkan pada gambar 18.



**Gambar 18.** Grafik Hasil Pengujian Rata-Rata Keluaran *Solar cell* Terhadap Waktu

Sedangkan pengisian aki pada siang hari dari turbin angin terbilang kurang efektif karena potensi panas matahari lebih besar dari pada angin saat siang hari, tetapi turbin angin akan bisa menghasilkan energi lebih besar dari pada *solar cell* pada malam hari, dan pada saat itu pengisian aki dari turbin angin dapat dilakukan. Grafik hasil pengujian rata-rata keluaran turbin angin terhadap waktu dengan selang 15 menit sejak jam 08.00-17.00 ditunjukkan pada gambar 19.



**Gambar 19.** Grafik Hasil Pengujian Rata-Rata Keluaran Turbin Angin Terhadap Waktu

Pengukuran tegangan, arus dan daya yang dihasilkan *solar cell* ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel. 2.** Pengukuran Tegangan, Arus Dan Daya *Solar Cell*

waktu	V <sub>out</sub> (V)	I <sub>out</sub> (A)	Daya (W)
8:00	19.1	0.68	13
8:15	19.6	0.77	15.1

waktu	Vout (V)	Iout (A)	Daya (W)
8:30	19.4	0.72	14
8:45	19.8	0.9	17.8
9:00	20.3	1.02	20.7
9:15	20.9	1.66	34.7
9:30	20.6	1.44	29.7
9:45	21.1	1.57	33.1
10:00	20.9	1.73	36.2
10:15	20.7	1.61	33.3
10:30	21.5	1.31	28.2
10:45	21.8	2.15	46.9
11:00	22	2.41	53
11:15	21.2	1.69	35.8
11:30	21.4	1.76	37.7
11:45	21.8	2.22	48.4
12:00	22.4	3.43	76.8
12:15	22.2	3.38	75
12:30	21.7	2.14	46.4
12:45	21.5	1.86	40
13:00	21.1	1.55	32.7
13:15	20.3	1.04	21.1
13:30	20.6	1.56	32.1
13:45	20.8	1.63	33.9
14:00	21.6	1.9	41
14:15	21.1	1.38	29.1
14:30	20.5	1.23	25.2
14:45	20.9	1.64	34.3
15:00	20.1	1.01	20.3
15:15	20.7	1.49	30.8
15:30	21.1	1.22	25.7
15:45	20.7	1.19	24.6
16:00	20.5	1.16	23.8
16:15	20.3	1.04	21.1
16:30	19.8	0.92	18.2
16:45	19.1	0.76	14.5
17:00	15.6	0.34	5.3

waktu	Vout (V)	Iout (A)	Daya (W)
Tegangan rata - rata (V) =			20.67
Arus rata - rata (A) =			1.5
Daya rata - rata (W) =			31.61

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa rata-rata daya yang dihasilkan selama pengukuran (9 jam) sebesar 31.61 Watt. Sehingga dapat ditentukan nilai daya yang dihasilkan oleh panel surya selama 9 jam adalah (9 jam x 31.61 Watt = 284.49 Wattjam).

Sedangkan baterai yang digunakan dalam penelitian prototipe sistem energi terbarukan rumah-tangga ini dapat menyimpan daya sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Daya baterai} &= \text{ampere} \times \text{voltase} \\ &= 65 \text{ AH} \times 12 \text{ V} \\ &= 780 \text{ Wattjam} \end{aligned}$$

Sehingga waktu yang digunakan *solar cell* untuk mengisi aki hingga penuh adalah 2.74 x 9 jam/hari.

Beban maksimal yang dapat digunakan pada sistem ini adalah 780 Watt dalam waktu 1 jam.

Beban maksimal pada tiap alat elektronik yang dapat digunakan dengan sistem ini ditunjukkan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Beban Maksimal Tiap Alat Elektronik Rumah-Tangga

Nama alat	Jumlah (Watt)	(Milyar)	daya	Waktu (jam)
Lampu	4	7	28	27.86
Setrika	1	300	300	2.6

Mesin cuci	1	250	250	3.12
Pompa air	1	100	100	7.8
Rice cooker	1	77	77	10.12
Kulkas	1	120	120	6.5

### Implementasi Alat

Hasil penelitian mempunyai implementasi pada beberapa aspek dan bidang kehidupan yang berbeda-beda, yaitu:

#### *Bidang Pendidikan*

Di bidang pendidikan Prototipe Sistem Energi Terbarukan Rumah-Tangga dapat dipelajari oleh para mahasiswa diploma tiga teknologi elektronika. Sehingga dapat dijadikan media pembelajaran atau diterapkan sebagai contoh alat pada praktikum elektronika.

#### *Bidang Ekonomi*

Prototipe Sistem Energi Terbarukan Rumah-Tangga ini mempunyai nilai ekonomi, berkurangnya pemakaian listrik PLN, maka dapat meminimalisir pengeluaran terhadap konsumsi listrik. Sehingga penggunaan sistem ini sangat membantu dalam meningkatkan perputaran ekonomi di kota besar.

#### *Bidang Sosial*

Prototipe Sistem Energi Terbarukan Rumah-Tangga ini juga memiliki nilai sosial, dengan

meratanya pemakaian listrik hingga ke pelosok yang tidak dapat dibangun pembangkit listrik maka tidak ada lagi kesenjangan sosial dalam pemakaian listrik.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan alat tugas akhir Prototipe Sistem Energi Terbarukan Rumah-Tangga ini yang kemudian dilakukan pengujian, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Menggunakan *solar cell* dan turbin angin untuk pengisian aki harus menggunakan *Charger control* untuk mengamankan aki dan memperlama masa pakai aki.
2. Waktu yang efektif dalam pengisian aki yang berasal dari *solar cell* di daerah Jakarta Timur adalah pada pukul 08.00 sampai dengan 17.00 WIB.
3. Pengisian aki yang berasal dari turbin angin saat siang hari pada daerah Jakarta Timur tidaklah efektif jika dibandingkan dengan *solar cell*.
4. Beban maksimal yang dapat digunakan pada sistem ini adalah 780 Watt dalam waktu 1 jam.
5. Hasil pembacaan arus menggunakan sensor INA219 pada aki 65 Ah tidak dapat dilakukan dengan optimal karena terlalu besar arus yang akan dibaca.

### Saran

Dalam penyusunan penelitian ini terdapat beberapa saran untuk mengatasi dan melengkapi beberapa kelemahan

pada penelitian sistem ini, yaitu sebagai berikut:

1. Dalam mengatasi kelemahan dalam pembacaan arus dapat digunakan sensor lain yang lebih *compatible* untuk dapat mendeteksi arus yang besar.
2. Saran pengembangan yang dapat dilakukan dari penelitian ini adalah monitoring dapat dilakukan berbasis IoT.

#### DAFTAR RUJUKAN

Daryanto (2007). *Dasar-dasar Teknik Mesin*. Jakarta : Rineka Cipta

[FT] Fakultas Teknik (2015). *Buku Panduan Penyusunan Tugas Akhir*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Prakoso, Muhammad G (2016). *Rancang Bangun Kontrol PID pada Speed Observer Generator DC Berbasis Arduino UNO R3*. [Skripsi]. Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember

Pribadi, Adhi Bagus (2016). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Rotasi Dinamis*. Malang: [penerbit tidak diketahui]

Purwangka, Fis., Imron, Mohammad., & Syahbana, Reza Akhmad (2012). *Percobaan Pendahuluan Pemanfaatan Energi Surya sebagai Energi Alternatif Sistem Kelistrikan Lampu Navigasi pada Kapal Penangkap Ikan*. UT - *Fishery Resources Utilization*

Tauhid, B (2014). *Perancangan Inverter Satu Fasa PWM dengan Teknik Eliminasi Harmonisa*. [Skripsi]. Pontianak: Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

Triyuandika, F., Ningrum, Indah K., Djatmiko, W (2018). *Prototipe Sistem Energi Terbarukan Rumah-Tangga*. [Tugas Akhir]. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

Wasito, Hermawan (1995). *Pengantar Metodologi Penelitian*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

Wildan (2011). *Baterai dan Akumulator*. [tempat tidak diketahui] :[penerbit tidak diketahui]