

SISTEM PROTEKSI TEMPERATUR LEBIH PADA INVERTER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA MENGGUNAKAN ARDUINO

¹Febrin Aulia Batubara, ²Suprianto

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater Kampus USU No.1 Medan, Indonesia.

E-mail :febrinauliabatubara.19840219 @polmed.ac.id, suprianto@polmed.ac.id

Abstract

The excess temperature in the inverter will cause a decrease in efficiency. The research of over temperature protection systems on solar power generation inverters using Arduino aims to design an over temperature protection system on PLTS inverters using Arduino so that there is no reduction in efficiency and prevents the inverter components from damage due to heating. The method used is an experimental method that is designing an over temperature protection system on the inverter to get good design results. The equipment used is solar panels, inverters, fan motors, L298N drivers, Arduino and batteries. The results showed that the over temperature protection system equipment on the PLTS inverter using Arduino was able to protect the over heating in the inverter, especially to increase the load from 272 watts to 532 watts with an increase in temperature of only 0.1 °C. For the use of an inverter for a long time, the temperature inside the inverter in the previous state greatly affects the temperature inside the inverter in the next state so that the temperature decrease along with the linear load decrease is difficult to achieve, especially at 630 watts with an inverter temperature of 37.6 °C, some time after that a decrease in load occurs until the load becomes 105 watts but the temperature value in the inverter has a value greater than the 630 watts loading that is equal to 37.9 °C.

Keywords: inverter, temperature, power, decreasing, increasing.

Abstrak

Temperatur lebih didalam inverter akan menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi. Penelitian sistem proteksi temperatur lebih pada inverter pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menggunakan arduino bertujuan untuk merancang sistem proteksi temperatur lebih pada inverter PLTS menggunakan arduino sehingga tidak terjadi penurunan efisiensi dan mencegah komponen inverter dari kerusakan akibat pemanasan. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental yaitu merancang sistem proteksi temperatur lebih pada inverter PLTS untuk mendapatkan hasil desain yang baik. Peralatan yang digunakan adalah panel surya, inverter, motor kipas, driver L298N, arduino dan baterai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peralatan sistem proteksi temperatur lebih pada inverter PLTS menggunakan arduino mampu memproteksi pemanasan lebih didalam inverter khususnya untuk kenaikan beban dari 272 watt ke 532 watt dengan kenaikan suhu hanya 0,1 °C. Untuk penggunaan inverter dalam waktu yang lama, suhu didalam inverter pada keadaan sebelumnya sangat mempengaruhi suhu didalam inverter pada keadaan berikutnya sehingga penurunan suhu seiring dengan penurunan beban secara linier sulit untuk dicapai terutama pada pembebanan 630 watt dengan suhu inverter sebesar 37,6 °C, beberapa saat setelah itu penurunan beban terjadi hingga beban menjadi 105 watt akan tetapi nilai suhu didalam inverter memiliki nilai yang lebih besar dari pembebanan 630 watt yaitu sebesar 37,9 °C.

Kata Kunci: inverter, temperatur, daya, penurunan, pembebanan.

1. Pendahuluan

Rencana pengembangan sistem kelistrikan masa depan di dunia internasional maupun dalam negeri Indonesia umumnya terdiri dari dua pilihan yaitu pembangkit listrik tenaga nuklir dan pembangkit listrik EBT (Energi Baru dan Terbarukan). Pembangkit listrik tenaga nuklir dari aspek ekonomis sekalipun murah dan mahal dari segi investasi, mempunyai kapasitas pembangkitan yang lebih besar dari jenis pembangkit lain akan tetapi menjadi kontroversi masyarakatnya sendiri didalam banyak negara seperti halnya di Indonesia, kekhawatiran tentang kemungkinan bocornya reaktor nuklir pembangkit

listrik yang dapat membahayakan keselamatan jiwa penduduk menjadi isu utama dalam kontroversi di setiap negara. Cahaya matahari di bumi indonesia dapat diterima diseluruh pelosok tanah air, peralatan utama untuk konversi energi matahari menjadi energi listrik adalah solar sel. Solar sel sebagai alat utama untuk pembangkitan listrik dapat menghasilkan daya listrik untuk kebutuhan listrik rumah tangga. Sel-sel surya adalah bagian penting dari perangkat optik karena kemampuannya untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Sementara penggunaan sel surya untuk menyediakan listrik masih dalam tahap awal, terhitung hanya sekitar 1,5% penyediaan listrik menggunakan solar sel dari

permintaan listrik di seluruh dunia, sel surya digunakan secara terus menerus dan meningkat setiap tahunnya, penelitian lanjutan dalam semua aspek instalasi solar sel, dari material hingga perangkat hingga sistem terus dilakukan (Barry,2017). Profil data konsumsi listrik yang mencakup perincian tentang konsumsi listrik dapat dihasilkan dengan model beban bottom-up. Dalam model ini, beban dibangun dari komponen beban dasar yang dapat berupa rumah tangga atau bahkan peralatan individu. Penelitian ini disajikan dalam model bottom-up yang disederhanakan untuk menghasilkan data konsumsi listrik domestik yang realistis setiap jam. Model ini menggunakan input data yang tersedia dalam laporan dan statistik. Hasil analisis menunjukkan bahwa profil beban yang dihasilkan berkorelasi baik dengan data nyata. Selain itu, tiga studi kasus dengan data beban yang dihasilkan menunjukkan beberapa peluang untuk manajemen sisi permintaan. Dengan skema ini, beban puncak harian dapat dikurangi rata-rata 7,2%. dan beban puncak pada hari puncak tahunan dapat diratakan dengan pengurangan puncak 42% dan hilangnya beban 3 jam secara tiba-tiba dapat dikompensasi dengan pengurangan beban rata-rata 61% (Jukha,2006). Desain untuk sistem fotovoltaik (PV) menyediakan listrik yang dibutuhkan untuk rumah tangga. Data radiasi dan data beban listrik rumah tangga tipikal di lokasi diperhitungkan selama langkah-langkah desain. Keandalan sistem dikuantifikasi oleh hilangnya probabilitas beban. Sebuah program komputer digunakan untuk mensimulasikan perilaku sistem PV dan secara numerik menemukan kombinasi optimal array PV dan bank baterai untuk desain sistem fotovoltaik yang berdiri sendiri dalam hal keandalan dan biaya. penelitian ini menghitung biaya siklus hidup dan biaya listrik unit tahunan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai probabilitas kehilangan beban dapat dipenuhi oleh beberapa kombinasi array PV dan penyimpanan baterai. Metode yang dikembangkan secara unik menentukan konfigurasi optimal yang memenuhi permintaan beban dengan biaya minimum (Khaled, Doraid,2012). Karakterisasi panel surya 100 WP yang digunakan sebagai sumber energi mobile dan portable diteliti dengan Metode yang digunakan adalah mengukur Arus (Ampere) dan tegangan (Volt) keluaran pada masa efektif matahari bersinar dari waktu pagi hingga sore hari, yaitu pada pukul 08.00 – 17.00 waktu setempat. Dengan beberapa komponen pendukung, hasil karakterisasi menunjukkan bahwa sistem panel surya ini mampu menghasilkan daya yang memenuhi kebutuhan beban (load) yang digunakan dan bahkan melebihi yang diperlukan. Konsumsi daya beban maksimum adalah 24,66 W

dan energi puncak yang dihasilkan adalah 68,54 W, sehingga surplus energi yang akan disimpan pada akumulator dan digunakan pada malam hari (Andi, Iman , 2016)

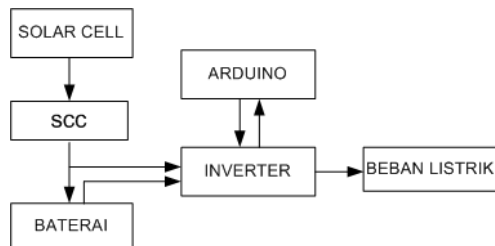
2. Metode

Metode penelitian eksperimen merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu dengan melakukan perancangan sistem proteksi suhu pada inverter pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menggunakan arduino dan melakukan pengukuran besaran-besaran listrik seperti arus, tegangan, daya listrik dan suhu didalam inverter. Pengumpulan data yang dilakukan terdiri dari dua kelompok data penting yang harus diperoleh yaitu kelompok data yang pertama berupa data-data peralatan sistem dan kelompok data yang kedua adalah data-data besaran listrik dan temperatur. Selanjutnya melakukan analisis data dan pembahasan terhadap hasil analisis tersebut untuk mendapatkan kesimpulan dari hasil penelitian. Penelitian ini menggunakan peralatan :

- 6 unit modul surya 100 Wp.
- 2 unit baterai 100 Ah 12 volt.
- 1 unit solar charge controller
- 1 unit inverter 2000 W.
- 3 unit ampere meter digital
- 2 unit unit voltmeter digital
- 1 unit rangkaian penyearah
- 25 meter kabel weatherproof ukuran 2x 2,5 mm²
- 1 unit arduino uno
- 2 unit motor kipas 12 Vdc
- 1 unit driver L298N
- 1 unit alat ukur suhu digital
- 1 unit sensor LM35
- 3 unit LED
- 3 unit resistor 220 ohm

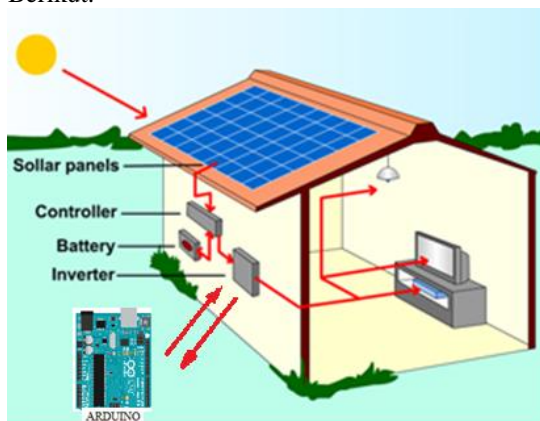
3. Hasil Dan Pembahasan

Sistem proteksi suhu pada inverter PLTS yang dikendalikan oleh arduino bertujuan untuk mengatasi pemanasan lebih pada inverter yang menyebabkan turunnya efisiensi inverter dan mencegah terjadinya kerusakan pada beberapa komponen elektronika. Pada gambar 1 berikut digambarkan posisi arduino pada sistem pembangkit listrik tenaga surya sebagai proteksi terhadap temperatur lebih.



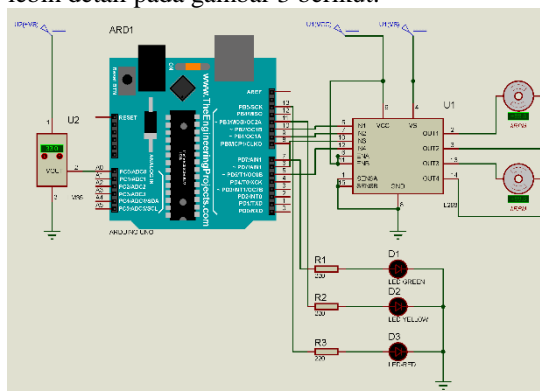
Gambar 1. Blok diagram inverter PLTS yang dikendalikan arduino

Arduino sebagai pengendali pemanasan lebih yang terjadi pada inverter menggunakan 2 unit motor kipas dc 12 volt untuk menurunkan suhu didalam inverter, dan sebagai pengindera temperatur didalam inverter adalah sensor LM 35. Posisi sistem proteksi suhu inverter pada *solar home system* terletak seperti pada gambar 2. Berikut.



Gambar 2. Proteksi suhu inverter pada *solar home system*

Penggunaan sistem proteksi suhu menggunakan arduino dirancang untuk menjaga suhu agar tidak melebihi batas kemampuan inverter yang bekerja pada suhu maksimum kurang lebih 40°C (tergantung dari jenis inverter yang digunakan). Tampilan desain sistem proteksi temperatur inverter dalam bentuk rangkaian yang lebih detail pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Sistem proteksi temperatur lebih inverter menggunakan arduino
Rangkaian proteksi temperatur lebih pada inverter

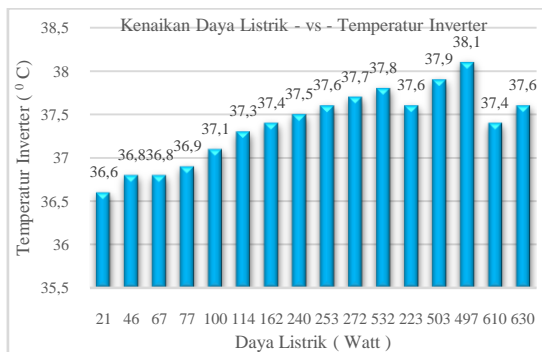
PLTS yaitu bekerja berdasarkan suhu didalam ruang inverter tersebut, bentuk rangkaian pada software proteus ditunjukkan pada gambar 3, yang terdiri dari 1 sensor LM35, 3 unit Led dan resistor 220 ohm, 2 kipas angin 12 volt dan driver motor L298N. Sensor akan memberikan instruksi kepada arduino untuk menggerakkan kedua motor kipas aktif bila suhu didalam inverter telah mencapai suhu 35°C , putaran kedua motor kipas pada suhu 35°C memiliki kecepatan rendah karena dari kode program yang di buat bahwa pada suhu tersebut kipas baru mulai bekerja karena sesuai persamaan didalam fungsi map pada arduino. Kemudian kedua motor kipas akan berputar semakin cepat apabila terjadi kenaikan beban listrik yang dilayani melalui inverter. Untuk menandai bahwa inverter bekerja pada suhu rendah, suhu sedang dan suhu tinggi maka sistem dilengkapi dengan *indicator light* dalam hal ini berupa dioda led hijau, kuning dan merah. Dioda led berwarna hijau digunakan untuk menunjukkan suhu didalam inverter pada keadaan normal yaitu didefinisikan sebagai nilai suhu dibawah 35°C . jika led ini menyala berarti suhu didalam inverter masih menunjukkan dibawah suhu 35°C dan motor kipas tidak perlu bekerja untuk menurunkan temperatur ruangan. Dioda led berwarna kuning menunjukkan bahwa jika dioda tersebut menyala berarti menandakan bahwa suhu di dalam inverter sudah mencapai suhu diatas 35°C dan dibawah 38°C . Untuk dioda led berwarna merah menunjukkan jika dioda led ini menyala maka suhu di dalam inverter sudah mencapai diatas 38°C . Pada suhu tersebut motor kipas akan berputar pada kecepatan maksimumnya sehingga penurunan suhu atau setidaknya kenaikan suhu yang lebih tinggi tidak terjadi. Karakteristik kenaikan suhu terhadap kenaikan beban dapat diketahui melalui tabel 1.

TABEL 1.
TEMPERATUR INVERTER PADA SAAT KENAIKAN BEBAN

No.	Beban (wat)	Vac (Volt)	Iac (A)	Ibat (A)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)
1	21	237	0,15	1,64	36,6
2	46	236	0,35	2,70	36,8
3	67	238	0,52	3,50	36,8
4	77	237	0,57	4,06	36,9
5	100	238	0,86	5,23	37,1
6	114	237	0,83	5,71	37,3
7	162	232	1,02	8,04	37,4
8	240	226	1,4	11,8	37,5
9	253	225	1,46	12,36	37,6
10	272	222	1,57	13,32	37,7
11	532	203	2,75	28,36	37,8
12	223	220	1,38	11,00	37,6
13	503	205	2,58	26,40	37,9

No.	Beban (wat)	Vac (Volt)	Iac (A)	Ibat (A)	Suhu (^o C)
14	497	204	2,57	22,00	38,1
15	610	195	3,24	34,00	37,4
16	630	189	3,41	35,20	37,6

Kenaikan atau pertambahan beban listrik melalui inverter PLTS akan menyebabkan pertambahan arus dc dan arus ac pada sistem PLTS, dan menyebabkan penurunan tegangan output pada baterai maupun pada tegangan output inverter. Pengaruh kenaikan beban terhadap suhu didalam inverter dapat digambarkan pada gambar 4 berikut.



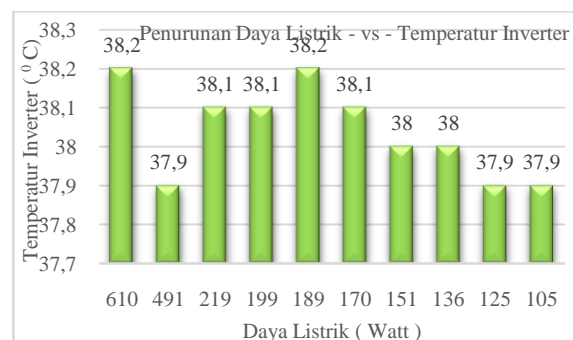
Gambar 4. Grafik kenaikan beban listrik terhadap temperatur di dalam inverter PLTS

Berdasarkan data yang diperoleh dalam penelitian menunjukkan bahwa semakin besar daya beban yang dilayani sistem PLTS melalui inverter maka suhu didalam inverter semakin tinggi. Penggunaan sistem proteksi temperatur lebih pada inverter digunakan untuk mencegah semakin tingginya temperatur dalam inverter sekaligus menurunkan temperatur. Pengaturan yang diterapkan melalui sistem arduino adalah untuk suhu 35^oC kipas harus sudah bekerja walaupun dengan kecepatan rendah, dengan ditandai dengan lampu led berwarna hijau yang menyala. Untuk beban listrik dengan daya 21 watt hingga 272 watt kenaikan suhu dari 36^oC sampai 37,7^oC. pada kenaikan beban tersebut kipas terus menyala semakin cepat. Pada kenaikan beban dari 272 watt ke 532 watt kenaikan suhu hanya 0,1 ^oC . Ketika beban beralih ke 532 watt seharusnya suhu menjadi jauh lebih tinggi. Tetapi pada kenyataannya tidak demikian hal ini terjadi karena arduino terus melakukan pendeteksian suhu melalui LM35 dan menurunkannya melalui motor kipas. Sehingga suhu tidak naik secara signifikan. Penurunan beban dari 532 watt menjadi 223 watt menyebabkan penurunan suhu inverter sebesar 0,2 ^oC yaitu dari 37,8 ^oC menjadi 37,6 ^oC. Penurunan beban dan pengaruhnya terhadap temperatur di dalam inverter seperti pada tabel 2 berikut.

TABEL 2.
TEMPERATUR INVERTER PADA SAAT PENURUNAN BEBAN

No.	Beban (wat)	Vac (Volt)	Iac (A)	Ibat (A)	Suhu (^o C)
1	610	196	3,23	32,00	38,2
2	491	203	2,56	26,21	37,9
3	219	223	1,33	11,00	38,1
4	199	224	1,26	9,90	38,1
5	189	225	1,16	9,40	38,2
6	170	227	1,09	8,62	38,1
7	151	228	0,99	7,50	38
8	136	229	0,92	6,80	38
9	125	230	0,84	6,20	37,9
10	105	232	0,77	5,30	37,9

Penurunan beban listrik pada sistem PLTS melalui inverter secara ideal akan menyebabkan penurunan suhu di dalam inverter. Tetapi pada kenyataannya walaupun sistem proteksi temperatur lebih diterapkan didalam sistem namun tidak seperti yang diprediksi bahwa suhu selalu akan turun. Hal ini disebabkan karena ruang didalam inverter adalah ruang tertutup sehingga pembuangan panas menjadi terhambat. Suhu pada keadaan sebelumnya sangat mempengaruhi suhu didalam inverter, misalnya pada saat pembebanan, beban sebesar 630 watt menyebabkan suhu 37,6^oC, sedangkan untuk beban hanya sebesar 105 watt menyebabkan suhu didalam inverter sebesar 37,9 ^oC. namun pembebanan 105 watt tersebut dilakukan setelah pembebanan 630 watt sehingga masih dapat secara logis bahwa suhu tersebut memang bertambah walaupun pembebanan berkurang seperlima pada keadaan sebelumnya. Sistem proteksi temperatur lebih pada inverter bekerja secara terus menerus selama nilai suhu yang terbaca didalam sensor masih sesuai dengan batas keangan yang ditentukan melalui kode program. Karakteristik penurunan daya listrik dan pengaruhnya pada suhu di dalam inverter digambarkan pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik penurunan beban terhadap temperatur di dalam inverter PLTS

Penurunan pembebanan listrik pada sistem PLTS secara bertahap dan dalam selang waktu kurang lebih selama 15 menit dapat menyebabkan penurunan temperatur didalam inverter. Penurunan beban secara tiba-tiba dan dalam waktu yang singkat akan menyebabkan hal yang berkebalikan terhadap pernyataan sebelumnya. yaitu penurunan beban justru akan mengakibatkan kenaikan suhu di dalam inverter. Sistem proteksi temperatur lebih pada inverter PLTS sepenuhnya dapat bekerja dengan baik, semakin tinggi suhu didalam inverter maka motor kipas akan semakin cepat berputar, namu kecepatan motor kipas masih kurang sempurna dalam menurunkan suhu didalam inverter, karena inverter umumnya dilindungi dengan casing tertutup dan mempunyai ruang yang sempit dan kompleks

3.1. Kode Program

```
const int pinFanE = 9;
const int pinFanF = 10;
const int pinFanG = 5;
const int pinFanH = 6;
const int pinLM35 = A0;
const int pinLedH = 7;
const int pinLedK = 11;
const int pinLedM = 13;
float Suhu;
int dtSuhu;
int dtSpd;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pinFanE,OUTPUT);
  pinMode(pinFanF,OUTPUT);
  pinMode (pinFanG,OUTPUT);
  pinMode (pinFanH, OUTPUT);
  pinMode(pinLedH,OUTPUT);
  pinMode(pinLedK,OUTPUT);
  pinMode(pinLedM,OUTPUT);
  digitalWrite(pinFanF,LOW);
  digitalWrite(pinFanH,LOW);
}
void loop() {
  int InAnalog = analogRead(pinLM35);
  Suhu = InAnalog / 2.0479;
  dtSuhu = int(Suhu);
  dtSpd = map(dtSuhu,35,38,0,255);
  dtSpd = constrain(dtSpd,0,255);
  Serial.print("Suhu :");
  Serial.print(dtSuhu);
  Serial.print(" C");
  Serial.print("\t PWM:");
  Serial.println(dtSpd);
  analogWrite(pinFanE,dtSpd);
  analogWrite(pinFanG,dtSpd);
  if(Suhu > 35.0){
    digitalWrite(pinLedH,HIGH);
    digitalWrite(pinLedK,LOW);
    digitalWrite(pinLedM,LOW);
  }else if(Suhu > 38.0){
    digitalWrite(pinLedH,LOW);
    digitalWrite(pinLedK,HIGH);
    digitalWrite(pinLedM,LOW);
  }else{
    digitalWrite(pinLedH,LOW);
```

```
digitalWrite(pinLedK,LOW);
digitalWrite(pinLedM,HIGH);
}
delay(400);
}
```

Gambar 6. Kode program untuk sistem proteksi temperatur inverter

4. Kesimpulan

Peralatan sistem proteksi temperatur lebih pada inverter PLTS menggunakan arduino mampu memproteksi pemanasan lebih didalam inverter khususnya untuk kenaikan beban dari 272 watt ke 532 watt dengan kenaikan suhu hanya 0,1 °C. Untuk penggunaan inverter dalam waktu yang lama, suhu didalam inverter pada keadaan sebelumnya sangat mempengaruhi suhu didalam inverter pada keadaan berikutnya sehingga penurunan suhu seiring dengan penurunan beban secara linier sulit untuk dicapai terutama pada pembebanan 630 watt dengan suhu inverter sebesar 37,6 °C, beberapa saat setelah itu penurunan beban terjadi hingga beban menjadi 105 watt akan tetapi nilai suhu didalam inverter memiliki nilai yang lebih besar dari pembebanan 630 watt yaitu sebesar 37,9 °C

5. Referensi

- [1] Andi S., Iman A., "Paper Title" *Karakterisasi Panel Sel Surya 100 Wp Untuk Sumber Energi Wireless Sensor di Lapangan*. Seminar Nasional SNF Vol.5, Hal : 123-126, 2016
- [2] Barry P., " Paper Title " *Special Issue on Advanced Solar Cell Technology*, Journal of Optics , Volume 19, No. 12, 2017.
- [3] Jukka P., "Paper Title" *A Model for Generating Household Electricity LoadProfiles*. International Journal of Energy Research . Vol.30, Issue 5, Pages 273-290. 2006
- [4] Khaled B., Doraid D., "Paper Title" *Optimal Configuration for Design of Stand Alone PV System*, Journal of SGRE, Vol.3, Pages 139-147, 2012.