

PENGUJIAN ALAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SOLAR CELL SEDERHANA

Sibuk Ginting, Richard A. M. Napitupulu, Jusuf Halawa, Waldemar Naibaho
Program Studi Teknik Mesin, Universitas HKBP Nommensen, Medan 20234

Abstract

One of the sources of electricity technology is solar cell. in principle solar cell converts solar energy into electrical energy, here a simple solar cell made of copper that is designed simply with copper material containing oxide is made into the negative side of the solar cell and positive as a copper palat which does not contain oxide / is not baked on electric stove in the design of this simple solar cell where the copper cross section area containing oxide with a size of 25cm x 30cm and the size of copper plate that does not contain oxide with U-shaped is 29cm x 32cm and coated with glass as a reflector with a size of 32cm x 34cm where in solar design This simple cell was conducted for 2 days during a solar cell experiment for 2 days with the highest voltage of 4.4 V, which is on the first day and the voltage on the second day gets the highest voltage of 4.0 V with the intensity different light..

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Dari kebutuhan yang sifatnya mendasar seperti untuk kebutuhan rumah tangga hingga untuk kebutuhan komersial, hampir semuanya membutuhkan energi listrik. Tetapi saat ini, ketersediaan sumber energi listrik tidak mampu memenuhi peningkatan kebutuhan listrik di Indonesia. Terjadinya pemutusan sementara dan pembagian energi listrik secara bergilir merupakan dampak dari terbatasnya energi listrik yang dapat disalurkan oleh PLN.

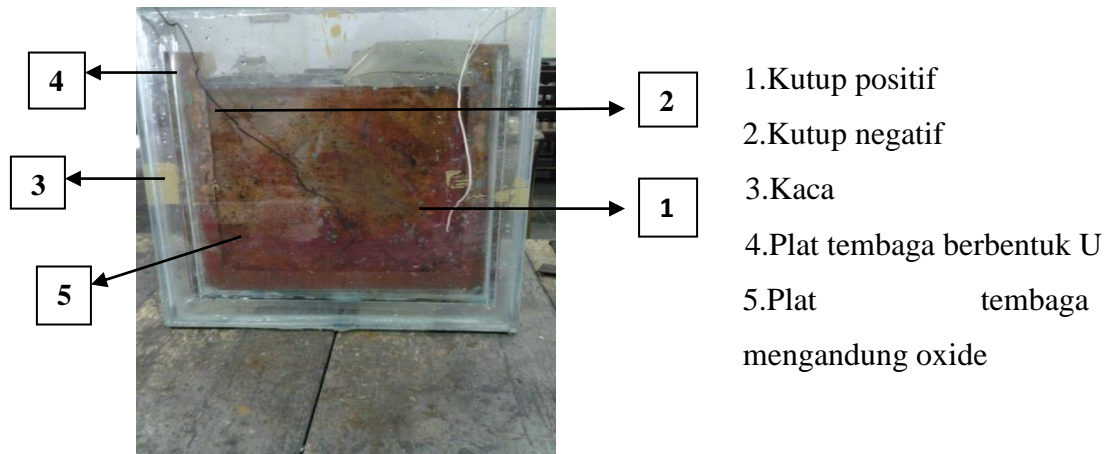
Salah satu upaya untuk mengatasi krisis energi listrik adalah mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil yang ada, jumlah nya terbatas dan energi fosil ini juga merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui, jadi butuh jutaan tahun untuk menciptakannya. Karena kelangkaan tersebut, tentu saja akan berdampak terhadap segi ekonominya. Keterbatasan tersedianya sumber energi fosil sebagai penghasil energi listrik, telah mendorong penelitian dan pengembangan kearah penggunaan sumber energi alternatif salah satunya adalah sumber energi matahari. Potensi dari sumber matahari dapat memberikan sumbangan yang besar, bila dapat dimanfaatkan secara optimal dengan mendesain suatu sistem pengubah energi yang dapat mensuplai kebutuhan energi. Penggunaan sumber energi matahari ini mempunyai beberapa keuntungan antara lain tersedianya sumber energi yang cuma – cuma, ramah lingkungan sehingga bebas polusi, dan tak terbatas. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian yang lebih detail untuk memahami sistem listrik yang berasal dari sumber energi yang dihasilkan berubah ubah tergantung pada musim dan lingkungan. Hal ini akan sangat dirasakan pada daerah dimana intensitas mataharinya berubah – ubah secara ekstrim. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem penyimpanan energi yaitu *accumulator* atau baterai. Energi matahari yang dihasilkan dari matahari dapat digunakan untuk mencharging daya ke *accumulator* untuk selanjutnya dari *accumulator* tersebut dapat digunakan untuk mencatu beban. Dengan latar belakang tersebut, penulis berupaya untuk mencari karakteristik pencatuan *solar cell* terhadap kapasitas system penyimpanan energi baterai di kota Medan berada pada 3,3°LU 98.4°BB.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Instalasi Solar Cell Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Solar Cell pembangkit listrik tenaga surya terbuat dari Lempengan *Copper* (Tembaga) dengan ketebalan 0,3 mm dan luas tembaga yang mengandung oxide 750 cm² dan panjang tembaga berbentuk U dengan panjang 32cm dan lebar 29cm, lalu dilapisi kaca laminated sebagai *reflektornya* dengan ketebalan 0,3 cm dengan panjang 34 cm serta lebar 32 cm.

Kemudian diisi air asin kedalam kolektor dengan ke tingginya kira – kira 1 cm dari atas lempeng tembaga yang saling di rekatkan.



Gambar 1. Instalasi *Solar Cell* pembangkit listrik tenaga surya

2.2. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam perancangan solar cell pembangkit listrik tenaga surya adalah sebagai berikut :

1. Memotong lempengan *Copper* (Tembaga) dengan ukuran 30 x 25 cm dimana lempengan ini akan dipanggang kedalam kompor listrik. Gunakan kertas pasir untuk menghilangkan karat yang ada pada lempengan *Copper* (Tembaga)
2. Memotong lempengan tembaga berbentuk U dengan panjang 32 cm dan lebar 29 cm dimana lempengan tembaga ini tidak di panggang kedalam kompor listrik
3. Cuci lempengan *Copper* (Tembaga) dengan sabun yang berguna untuk membersihkan lempengan dari kotoran lalu dikeringkan.
4. Kemudian panggang lempengan *Copper* (Tembaga) yang bersih dan kering tersebut kedalam kompor listrik 1100 watt dan putar knob kompor listrik ke suhu maksimal 525°C.
5. Ketika lempengan *Copper* (Tembaga) mulai panas, maka akan terlihat perubahan warna pada lempengan tersebut yaitu oranye, ungu, dan merah akan menutupi permukaan lempengan.
6. Setelah dipanggang selama setengah jam dengan suhu 325°C, matikan kompor listrik.
7. Biarkan lempengan tersebut dingin dengan pendinginan udara.
Jika didinginkan secara paksa, maka *black oxide* akan lengket dengan lempengan. Ketika lempengan tersebut dingin, maka akan terjadi penyusutan dan *cupruous oxide* hitam juga akan berkurang.
8. Lalu disolder lempengan yang di panggang pada salah satu sudut dengan kabel tembaga, plat tersebut akan berfungsi sebagai sisi negatif pada capit buaya berwarna hitam.



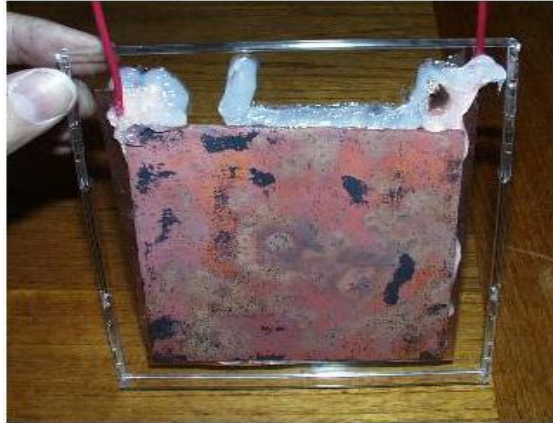
Gambar 2. Lempengan *Cupruous Oxide Merah* pada Tembaga (Copper)

9. Langkah berikutnya, kita membuat lempengan positif yang berbentuk potongan U dari lempengan Copper (Tembaga), dimana ukuran sedikit lebih besar daripada lempengan *Cupruous Oxide Merah*, dengan bagian dalam potongan U sedikit lebih kecil daripada lempengan *Cupruous Oxide Merah*. Lalu disolder kabel lempengan Copper (Tembaga) pada salah satu sudut dari plat tembaga berbentuk U dengan kabel tembaga, plat tersebut akan berfungsi sebagai sisi positif
10. Kemudian rekatkan lempengan tembaga berbentuk U pada Kaca Laminated dengan lem silikon yang banyak agar tidak terjadi kebocoran. Pastikan bahwa koneksi solder benar – benar tertutup dengan lem, atau berada di luar lem – an berbentuk, seperti pada gambar 3.
11. Gambar 3 menunjukkan lempengan tembaga berbentuk U dari sisi belakang dimana sisi yang tidak menghadap sinar matahari. Perhatikan bahwa lem silikon tidak sepenuhnya menutupi lempengan tembaga yang berbentuk U, karena nantinya sebagian dari plat tembaga harus bersentuhan dengan air asin.



Gambar 3. Lempengan tembaga berbentuk U dari sisi depan

12. Langkah berikutnya adalah meletakkan lempengan *Cupruous Oxide Merah* diatas lempengan tembaga berbentuk U. Namun sebelumnya, lem kembali lempengan tembaga berbentuk U sehingga membentuk lapisan yang tebal. Lapisan tersebut berfungsi untuk isolator dan membuat suatu ruangan kosong ditengah untuk tempat air asin. Sekali lagi, tidak semua bagian lempengan tembaga tertutup, sehingga akan ada bagian dari lempengan tembaga didalam kaca dengan air asin. rekatkan lempengan *Cupruous Oxide Merah* diatas lempengan tembaga berbentuk U. Anda harus menekan cukup keras untuk memastikan bahwa tidak ada celah, tapi tidak begitu keras sampai dua plat saling bersentuhan.



Gambar 4. Kedua lempengan *Cupruous Oxide Merah* dengan lempengan tembaga berbentuk U yang saling direkatkan dari sisi belakang

13. Gambar 4. menunjukkan kedua lempengan *Cupruous Oxide Merah* dengan lempengan tembaga berbentuk U yang saling direkatkan dari sisi belakang *solar cell* (bagian sisi yang tidak menghadap sinar matahari).
14. Sedangkan pada gambar 5 menunjukkan kedua lempengan *Cupruous Oxide Merah* dengan lempengan tembaga berbentuk U yang saling direkatkan dari depan *solar cell* (bagian sisi yang akan menghadap sinar matahari). Perhatikan juga bahwa kita akan menambahkan lem ekstra untuk membentuk saluran di bagian atas untuk membiarkan air asin yang akan ditambahkan.



Gambar 5. Kedua Lempengan *Cupruous Oxide Merah* dengan Lempengan Tembaga berbentuk U yang saling direkatkan dari Sisi Depan (Bagian sisi yang akan menghadap sinar matahari)

15. Selanjutnya gunakan pipet besar untuk menambah air asin kedalam ruang modul *solar cell*. Isi air asin kedalam *Solar Cell* hingga ke bagian atas lempengan tembaga, Kemudian menutup saluran dengan lem, dan biarkan lem sampai kering.
16. Setelah lem kering, *solar cell* langsung diuji dengan selang waktu pengamatan setiap 20 menit . mulai pukul 09.00 – 16.00 selama dua hari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil penelitian

Dari hasil pengujian di lapangan, diperoleh data dari *solar cell* sederhana adalah sebagai berikut:

- | | |
|---|----------|
| 1. Lebar penampang kaca <i>solar cell</i> (L) | = 32 cm |
| 2. Panjang penampang kaca <i>solar cell</i> (P) | = 34 cm |
| 3. Massa kaca <i>solar cell</i> (m_1) | = 1,2 kg |

- 4. Panas jenis kaca bening (C_p) = 840 K j/kg °C = 0,00084 M j/kg °C
- 5. Waktu pengamatan (Δt) = 20 menit
- 6. Lebar tembaga oxide merah = 25 cm
- 7. Panjang tembaga oxide merah = 30 cm
- 8. Panjang tembaga berbentuk U = 32 cm
- 9. Lebar tembaga berbentuk U = 29 cm

➤ Luas Penampang kaca modul *solar cell*

Luas kaca atau permukaan *solar cell* seluruhnya dimana di dalam kaca terdapat plat tembaga yang beroxide dengan berukuran 25 cm x 30 cm dan plat yang tidak mengandung oxide yang berbentuk U dengan ukuran 29cm x32cm dimana posisi modul *solar cell* dengan posisi vertikal adalah sebagai berikut :

➤ Kalor kaca (Q_{kaca})

Energi yang diterima oleh kaca adalah energi yang langsung diberikan matahari terhadap kaca dan dikurangi dengan besarnya kehilangan enegi akibat pengaruh lingkungan (konveksi)

$$Q_{kaca} = m \times C_p \times (T_2 - T_1)$$

Dimana : m = massa kaca = 1,2 kg

$$C_p = \text{Panas Jenis Kaca} = 840 \text{ KJ/ kg}^\circ\text{C} : 1000000 = 0,00084 \text{ MJ / kg}^\circ\text{C}$$

$$T_2 = \text{Temperatur kaca} = 34,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_1 = \text{Temperatur Lingkungan} = 29,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{kaca} = m \times C_p \times (T_{kaca} - T_{Lingkungan})$$

$$Q_{kaca} = 1,2 \text{ kg} \times 0,00084 \text{ M j/Kg}^\circ\text{C} \times (34,0 \text{ }^\circ\text{C} - 29,8 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$Q_{kaca} = 0,00423 \text{ MJ}$$

➤ Radiasi matahari

$$Q_{in} = I.A.t$$

Dimana : A = Luas penampang tembaga yang mengandung oxide dan tidak mengandung oxide 0,0928 m²

$$I = \text{Intensitas Radiasi (Watt/m}^2\text{)}$$

$$t = \text{Waktu Pengamatan} = 20 \text{ menit} = 1200 \text{ detik}$$

Maka : $Q_{in} = I.A.t$

$$Q_{in} = 250 \text{ Watt/m}^2 \times 0,0928 \text{ m}^2 \times 1200 \text{ s} = 27840 \text{ J}$$

$$Q_{in} = 27840 \text{ J} : 1000000 = 0,02784 \text{ M J}$$

➤ Efisiensi untuk kaca

$$\text{Diketahui : Efisiensi } \eta = \frac{Q_{kaca}}{Q_{in}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{0,00423}{0,02784} \times 100\% = 0,1521 \%$$

3.2.1 Analisa pengukuran tegangan pada hari pertama

Pengukuran tegangan yang dihasilkan *solar cell* sederhana ini di lakukan selama 2 hari percobaan. Selama pengukuran tegangan pada *solar cell* dilakukan juga pengukuran intensitas cahaya yang masuk dengan suhunya, kecepatan angin sekitar percobaan serta temperatur lingkungan sekitar, dimana tegangan yang di hasilkan berbeda-beda setiap 20 menit serta suhu, intensitas cahaya dan kecepatan angin pun berbeda-beda, semakin tinggi intensitas cahaya matahari semakin tinggi juga tegangan yang di hasilkan *solar cell*. *Solar cell* menghasilkan tegangan yang sangat rendah yaitu pada pagi hari, karena intensitas cahaya matahari sedikit dan tegangan yang tinggi biasanya pada siang hari, pengujian *solar cell* sederhana ini dimulai dari jam 9 pagi sampai jam 4 sore pengukuran tegangan dilakukan 20 menit sekali, dikarenakan bahan yang sangat sederhana dari *solar cell* sehingga tegangan yang dihasilkan pun tidak terlalu besar bila dibandingkan dengan *solar cell* yang dijual dipasaran. Dari hasil pengujian dapat dilihat dari jam 9.00 pagi tegangan yang dihasilkan berkisar 1,5 V saat menjelang jam

9.20 tegangan menurun dikarenakan intensitas cahaya pada menit ke 20 menurun saat dilakukan pengukuran 20 menit kemudian tegangan semakin meningkat dari 1.2 V menjadi 1,5 V begitu juga dengan 20 menit kemudian lagi posisi matahari semakin naik seiring dengan intensitas cahaya matahari semakin meningkat tegangan yang paling tinggi yaitu berkisar 4,4 V yaitu berada pada jam 12.20 siang dan saat menjelang sore intensitas semakin menurun dan kadang juga meningkat tapi tidak sebesar intensitas di siang hari semakin sore intensitas semakin menurun yaitu pada jam 16.00 sore di dapat tegangan berkisar 1,3 V.

3.2.2 Analisa pengukuran intensitas cahaya matahari pada hari pertama

Pengukuran intensitas cahaya matahari untuk mengetahui hubungan anatara intensitas cahaya dengan tegangan yang dihasilkan *solar cell*, pengukuran intensitas cahaya ini dilakukan dengan menggunakan alat *solar power meter*. Pengambilan data dilakukan setiap 20 menit sekali dengan cara menempatkan sensor *solar power meter* di samping *solar cell*, setelah itu dapat ditampilkan pada layar solar power meter yang berisi angka dengan satuan W/m^2 pengukuran dilakukan 20 menit sekali, pada pengambilan data pertama jam 9.00 pagi intensitas cahaya yang masuk adalah sebesar $250W/m^2$ nilai ini cukup rendah dikarenakan dipagi hari matahari masih berada ditimur hal ini berpengaruh juga pada intensitas yang didapat dan 40 menit berikut didapat perubahan karena posisi matahari sudah semakin naik sehingga intensitas cahaya semakin meningkat dan saat siang hari intensitas cahaya menjadi $674W/m^2$ dan berada di titik puncak intensitas pada hari itu, saat menjelang sore intensitas semakin menurun hingga sampai pada jam 16.00 dengan jumlah intensitas cahaya $220W/m^2$.

3.2.3. Analisa pengukuran temperatur udara pada hari pertama

Pengukuran temperatur udara dilakukan dengan menggunakan termometer dimana termometer di posisi kan dekat modul *solar cell* tanpa bersentuhan dengan modul *solar cell* dan waktu pengukuran dilakukan 20 menit sekali dilakukan pengukuran temperatur udara dari jam 09.00 pagi dengan temperatur $29,8^{\circ}C$ saat dilakukan pengukuran berikutnya temperatur udara semakin meningkat dengan temperatur yang paling tinggi $33,5^{\circ}C$ yaitu brada pada jam 12.00 siang tetapi saat menjelang sore temperatur udara semakin menurun dengan temperatur $30,2^{\circ}C$ yaitu berada pada jam 16.00 sore dimana temperatur udara dipengaruhi oleh intensitas cahaya dan kecepatan angin walaupun kecepatan angin tidak terlalau besar untuk mempengaruhi temperatur udara.

3.2.4. Analisa pengukuran temperatur kaca pada hari pertama

Pengukuran temperatur pada kaca dilakukan dengan menggunakan termometer, dimana sensor dari termometer ini diletakkan dibagian kaca *solar cell* waktu pengukuran dilakukan 20 menit sekali. Ssaat pengukuran temperatur kaca pada hari pertama di lakukan pada pukul 09.00 pagi dengan temperatur yang di dapat $34,0^{\circ}C$ saat di lakukan pengukuran pada 20 menit kemudian di dapat penurunan temperatur kaca menjadi $32,2^{\circ}C$ dan setelah pengukuran menit berikutnya temperatur pada kaca semakin meningkat seiring dengan naiknya intensitas cahaya dengan temperatur kaca yang paling tinggi pada hari pertama di dapat dengan temperatur $58,9^{\circ}C$ dan saat pengukuran akhir temperatur kaca pada pukul 16.00 sore di dapat dengan temperatur kaca $30,2^{\circ}C$.

3.2.5. Analisa pengukuran kecepatan angin pada hari pertama

Pengukuran kecepatan angin dilakukan dengan menggunakan alat Anemometer pengukuran dilakukan sekali 20 menit dengan posisi anemometer diarahkan pada arah angin dan secara otomatis dilayar pada anemometer akan didapat kecepatan pada angin dengan satuan kecepatan angin m/s. Pengukuran kecepatan angin pada jam 09.00 pagi di dapat kecepatan angin 1.05 m/s dari hasil pengukuran kecepatan angin yang dilakukan 20 menit sekali kecepatan angin berbeda beda setiap 20 menit dimana kecepatan angin yang paling tinggi di dapat 5,69 m/s yaitu pada jam 15.40 sore dan akhir pengukuran kecepatan angin yaitu pada pukul 16.00 sore di dapat

kecepatan angin dengan jumlah 5,16 m/s dari data pengukuran kecepatan angin dimana kecepatan angin yang paling tinggi terjadi pada sore hari

3.3.1. Analisa pengukuran tegangan pada hari kedua

Pada hari kedua didapat hasil tegangan dari *solar cell* seperti pada tabel pengujian 5 agustus dari data tabel tersebut dapat dilihat dari jam 9.00 pagi di dapat tegangan 0.9 V dimana pengukuran tegangan di lakukan dalam sekali 20 menit dan tegangan yang paling tinggi didapat pada jam 13.40 siang yang berkisar 4.0 V lebih kecil bila di bandingkan dari pengukuran tegangan pada hari pertama yang berkisar 4.4 V saat pengukuran akhir tegangan yaitu pada pukul 16.00 sore di dapat dengan jumlah tegangan 2,0 V

3.3.2. Analisa pengukuran intensitas cahaya matahari pada hari kedua

Pengukuran intensitas cahaya matahari pada hari kedua pengukuran awal tetap di lakukan pada jam 09.00 pagi di dapat intensitas 180 W/m² saat pengukuran intensitas cahaya dalam selang waktu 20 menit sekali terdapat penurunan intensitas menjadi 131 W/m² dan setelah 20 menit kemudian intensitas meningkat menjadi 210 W/m² dimana jumlah intensitas cahaya yang paling tinggi pada hari kedua di dapat pada pukul 13.40 siang dengan jumlah intensitas cahaya yang di dapat 631 W/m² dan jumlah intensitas saat pengukuran terakhir di dapat 315 W/m² berada pada pukul 16.00 sore.

3.3.3. Analisa pengukuran temperatur udara pada hari kedua

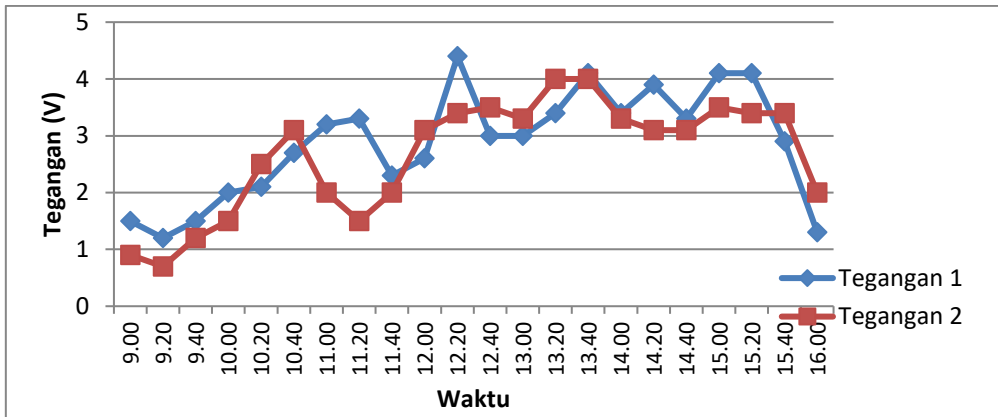
Dari pengukuran temperatur udara pada hari kedua pengukuran temperatur udara dilakukan dalam sekali 20 menit dari data tabel pengujian hari kedua dimana pengukuran temperatur dimulai dari jam 09.00 pagi dengan temperatur udara yang didapat sebesar 29,8 °C setelah selang 20 menit kemudian didapat kenaikan temperatur dengan jumlah 30,2 °C setelah pengukuran beberapa puluh menit lagi temperatur tetap naik tetapi saat posisi jam berada dipukul 11.40 pagi didapat penurunan temperatur udara dari temperatur 31,4°C menjadi 30,2 °C tetapi temperatur udara yang paling tinggi di dapat pada pukul 13.40 siang dengan jumlah temperatur udara 33,2 °C tetapi pengukuran temperatur udara hanya di ukur sampai dengan jam 16.00 sore dengan temperatur udara yang di dapat berkisar 30,2 °C.

3.3.4. Analisa pengukuran temperatur kaca pada hari kedua

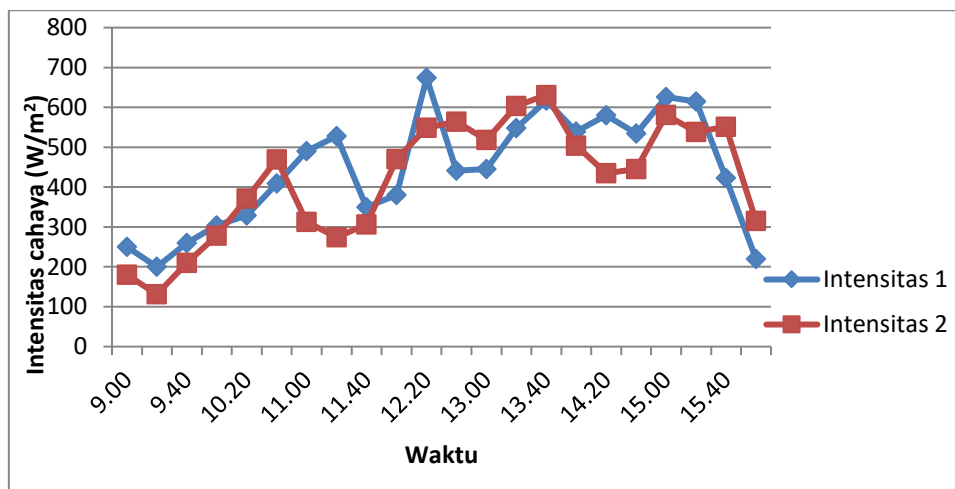
Dari hasil pengukuran temperatur kaca pada hari kedua dengan waktu pengukuran 20 menit sekali dari pengukuran temperatur kaca pada hari kedua dengan waktu pengukuran di mulai dari jam 09.00 pagi dengan temperatur yang di dapat 32,2 °C dimana dalam setiap pengukuran temperatur kaca di lakukan dalam waktu 20 menit sekali hasil dari pengukurannya berbeda-beda dimana temperatur kaca yang paling tinggi di dapat 55,9 °C yaitu berada pada pukul 13.40 siang dimana pada saat pengukuran temperatur kaca pada pukul 13.40 intensitas cahaya sangat tinggi dan akhir pengukuran temperatur kaca di lakukan pada pukul 16.00 sore dengan temperatur kaca yang di dapat berkisar 40,3°C

3.3.5. Analisa pengukuran kecepatan angin pada hari kedua

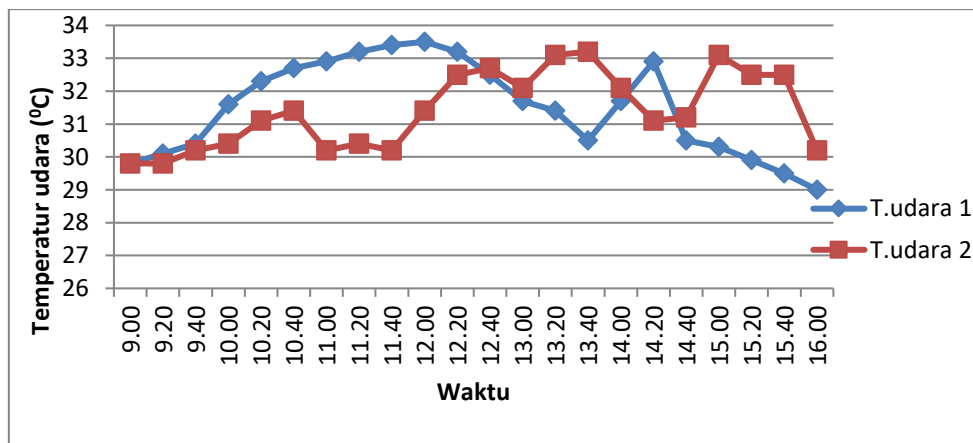
Dari pengukuran kecepatan angin pada hari kedua dengan waktu pengukuran di lakukan 20 menit sekali Pada pengujian hari kedua ini dimana kecepatan angin pada hari ke dua dengan waktu pengukuran tetap di mulai dari pukul 09.00 pagi dengan kecepatan angin awal pengukuran yang di dapat 0,20 m/s dari tabel kecepatan angin dimana setiap 20 menit pengukuran kecepatan angin selalu berbeda-beda dari pengukuran kecepatan angin pada hari kedua ini di dapat kecepatan angin paling tinggi 5,16 m/s berada pada pukul 15.20 sore dimana kecepatan angin biasanya lebih tinggi di sore hari bila di bandingkan dengan pagi hari atau pun siang hari dan kecepatan angin akhir pengukuran yaitu pada jam 16.00 sore di dapat kecepatan angin berkisar 4,10 m/s.



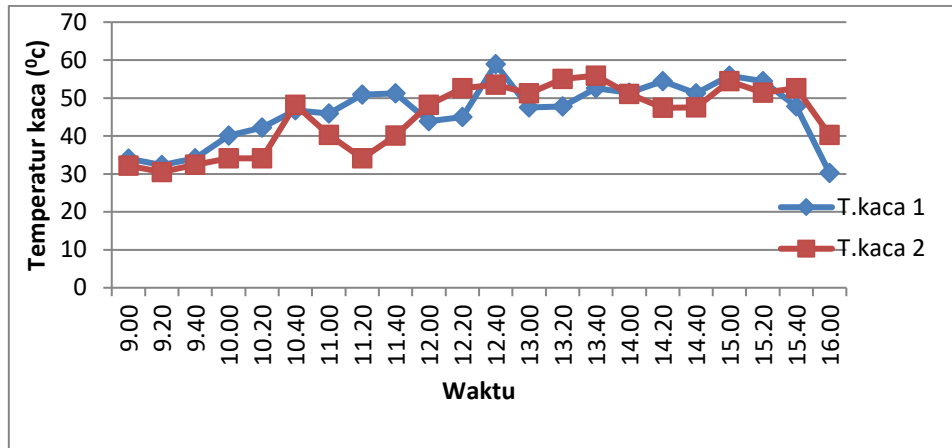
Gambar 6. Grafik data tegangan hari pertama dan hari kedua



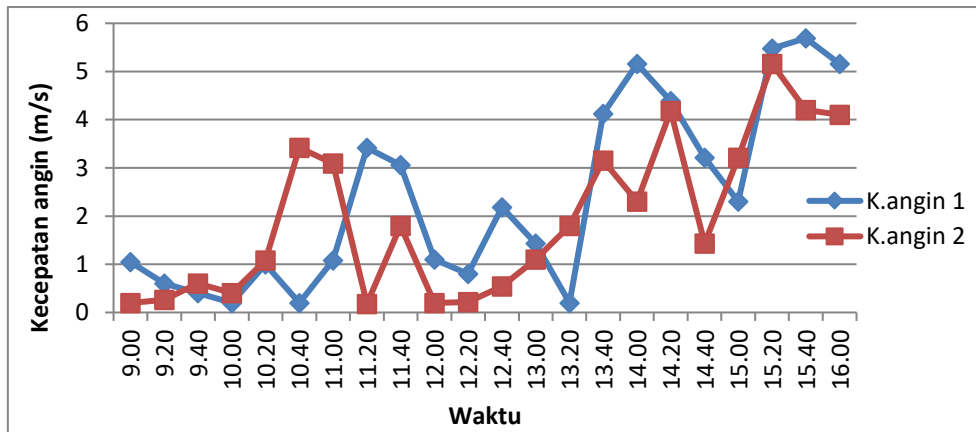
Gambar 7. Grafik data intensitas cahaya hari pertama dan hari kedua



Gambar 8. Grafik data temperatur udara hari pertama dan hari kedua



Gambar 9. Grafik data temperatur kaca hari pertama dan hari kedua



Gambar 10. Grafik data kecepatan angin hari pertama dan hari kedua

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan dari percobaan *solar cell* yang dirancang secara sederhana

1. Temperatur kaca *solar cell* selalu berubah ubah dimana pada pagi hari suhunya berada pada 34,0°C yaitu pada jam 9.00 pagi dan saat akhir pengukuran di dapat 30,2°C dan temperatur yang paling tinggi di dapat dengan temperatur 58,9°C berada pada pukul 12.40 siang pada pengukuran hari pertama, sedangkan pada hari kedua temperatur kaca pada awal pengukuran jam 09.00 pagi di dapat dengan temperatur 32,2°C dan temperatur akhir pengukuran di dapat 40,3°C pada pukul 16.00 sore dan yang paling tinggi di dapat dengan temperatur 55,9 °C berada pada pukul 13.40 siang.
2. Intensitas cahaya yang masuk ke *solar cell* berubah ubah setiap waktu dimana intensitas cahaya untuk jam 9 pagi di dapat 250W/m² saat akhir pengukuran pada jam 16.00 sore di dapat intensitas cahaya 220 W/m² sedangkan intensitas yang paling tinggi di dapat 674 W/m² berada pada pukul 12.20 siang yaitu berada pada pengukuran pada hari pertama sedangkan pada hari kedua intensitas yang di dapat pada jam 09.00 pagi berkisar 180 W/m² dan intensitas pada akhir pengukuran pada jam 16.00 sore di dapat dengan jumlah 315 W/m² dan yang paling tinggi di dapat dengan jumlah 631 W/m² yaitu pada pukul 13.40 siang.
3. Kenaikan intensitas cahaya dapat meningkatkan tegangan dari *solar cell* semakin tinggi intensitas cahaya maka akan semakin tinggi juga tegangan yang dihasilkan dari *solar cell* begitu juga pada temperatur kaca dimana saat pengukuran awal tegangan hari

- pertama jam 09.00 pagi didapat jumlah tegangan 1,5 V dengan intensitas cahaya 250 W/m² dan akhir pengukuran didapat tegangan sebesar 1,3 V dengan intensitas cahaya 220 W/m² dan pengukuran hari kedua pada jam 09.00 pagi jumlah tegangan di dapat 0,9 V dengan intensitas cahaya 180 W/m² dan akhir pengukuran di dapat tegangan 2,0 V dengan intensitas cahaya 315 W/m² berada pada pukul 16.00 sore
4. Kecepatan angin di pagi hari biasanya sangat rendah. Pengukuran kecepatan angin pada hari pertama jam 09.00 pagi di dapat kecepatan angin 1,05 m/s dan akhir pengukuran pada jam 16.00 sore di dapat kecepatan angin 5,16 m/s tetapi kecepatan angin paling tinggi di dapat 7,20 m/s berada pada pukul 14.20 sore dan hari kedua pengukuran pada jam 09.00 pagi di dapat kecepatan angin 0,20 m/s dan akhir pengukuran di dapat 4,10 m/s berada pada jam 16.00 sore tetapi kecepatan angin paling tinggi di dapat 5,16 m/s berada pada pukul 15.20 sore dimana saat menjelang sore kecepatan angin semakin sangat tinggi
 5. Temperatur udara pada hari pertama pengukuran pada jam 09.00 pagi di dapat 29,8 °C dan akhir pengukuran pada jam 16.00 sore dengan temperatur 33,4°C tetapi temperatur udara paling tinggi di dapat 34,4°C berada pada pukul 13.20 sedangkan pada hari kedua temperatur udara jam 09.00 pagi didapat 29,8°C dan akhir pengukuran jam 16.00 di dapat temperatur 30,2°C dan temperatur paling tinggi 33,1°C berada pada pukul 15.00.
 6. Tegangan paling tinggi yang di hasilkan *solar cell* sederhana ini selama 2 hari percobaan berkisar 4.4 V dengan intensitas cahaya 674 W/m² dimana tegangan paling tinggi selama 2 hari percobaan yaitu pada hari pertama
 7. *Solar cell* berbahan tembaga dapat menggantikan sumber tenaga baterai meskipun tegangan yang dihasilkan sangat kecil

5. DAFTAR PUSTAKA

1. J.P. Holman, *Perpindahan Kalor Edisi keenam*; Penerbit Erlangga, Jakarta 1995.
2. M. Thirugnanasambandam, S. Iniyani, dan R. Goic, *A review of solar thermal technologies*, Renewable and Sustainable Energi Reviews 14 (2010) 312-322.
3. Kementerian Negara Riset dan Teknologi Republik Indonesia, "Buku Putih Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bidang Sumber Energi Baru dan Terbarukan untuk Mendukung Keamanan Ketersediaan Energi Tahun 2025, Jakarta 2006.
4. M. Rumbayan, A. Abudureyimu, dan K. Nagasaka, *Mapping of solar energi potential in Indonesia using artificial neural network and geographical information system*, Renewable and Sustainable Energi Reviews 16 (2012) 1437 - 1449.
5. H. Ambarita, Karakteristik Energi Surya Kota Medan Sebagai Sumber Energi Siklus Refrigerasi Untuk Pengkondisian Udara (AC), Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi dan Pameran Mendukung MP3EI, Aula FT. USU, 23 Nopember 2012.
6. Sharma, A.K. and Adulse, P.G., *Raisin production in India*. NRC for Grapes, (2007) Pune.
7. R.M. Muthusivagami, R. Velraj, dan R. Sethumadhavan, *Solar cookers with and without thermal storage - A review*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010) 691-701.
8. Ashok, K., *A review of solar cooker designs*, TIDE 8 (1998), 1-37.
9. Funk P.A. dan Larson D.L., *Parametric model of solar cooker performance*, Solar Energy 62 (1998) 63-68.
10. Incropera, F.P., DeWitt, Bergman, Lavine. (2006). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, 6th Edition.
11. Cengel, Y.A. (2006). *Heat and Mass Transfer: A Practical Approach*.