

Pengaruh Sistem Kontrol Solar Cell Berbasis Timer Dengan Acuan Pergerakan Matahari

Muhammad Barcel Nurwan Prakoso

S1 Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: muhammadprakoso@mhs.unesa.ac.id

Aris Ansori

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: arisansori@unesa.ac.id

Abstrak

Krisis energi menjadi permasalahan yang sangat besar dan perlu perhatian khusus oleh dunia khususnya untuk negara Indonesia. Energi listrik khususnya yang amat berpengaruh terhadap keberlangsungan hidup manusia saat ini. Peningkatan kebutuhan energi listrik rata 2,2 % pertahun mengakibatkan listrik sangat perlu diperhatikan, solusi terbaik dengan membuat energi alternatif. Salah satu energi alternatif yang dapat mengatasi kebutuhan energi listrik adalah energi panas matahari, yakni dengan menggunakan solar cell untuk mengubah energi panas matahari menjadi energi listrik. tujuannya dari penelitian ini yaitu mencari performa terbaik dari solar cell, Solusi untuk menambah daya dan efisiensi solar cell dengan penelitian menggunakan metode eksperimental dimana solar cell akan di tambahkan sistem kontrol dengan basis timer sebagai agar dapat mengikuti pergerakan sinar matahari dari pagi hingga sore hari, dengan variasi waktu yang berbeda. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental dimana solar cell akan dikontrol menjadi sistem solar cell yang mampu mengikuti pergerakan matahari. Teknik analisa data dalam penelitian ini menggunakan analisis data deskriptif yaitu menggambarkan hasil penelitian dalam bentuk tabel dan grafik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performa solar cell yang menggunakan sistem kontrol berbasis timer dengan acuan pergerakan matahari. Penelitian tentang sistem kontrol solar cell berbasis timer yang dilakukan diharapkan, dapat memperoleh nilai efisiensi solar cell yang tinggi. Penelitian sistem kontrol solar cell berbasis Timer ini memiliki variabel rentang waktu pengambilan selama 15 menit, 30 menit, dan 60 menit. Berdasarkan data pengujian penggunaan variabel terbaik terdapat pada penggunaan waktu pengambilan selama 15 menit, dikarenakan memiliki nilai persentase efisiensi tertinggi yaitu sebesar 9.62%, dibandingkan dengan variabel rentang waktu pengambilan 30 menit yaitu 9,46% dan rentang waktu 60 menit yaitu 9,23%. Berdasarkan data pengujian semakin kecil rentang waktu pengambilan maka akan berpengaruh terhadap kenaikan efisiensi solar cell. Karena pergerakan solar cell yang di peroleh akan lebih banyak sehingga lebih mengikuti gerak matahari pada setiap harinya.

Kata kunci: Kata kunci : Solar Cell, Timer, Efisiensi..

Abstract

Energy crisis becomes a big problem and need special attention by the world especially for the country of Indonesia. Electric energy is especially influential on the survival of human life today. Increasing the need of electric energy average 2.2% per year due to electricity needs to be considered, the best solution by making alternative energy. One alternative energy that can overcome the need for electrical energy is solar thermal energy, namely by using solar cells to convert solar thermal energy into electrical energy. the goal of this research is to find the best performance from solar cell, Solution to increase power and efficiency of solar cell with research using experimental method where solar cell will be added control system with base timer as to follow the movement of sunshine from morning until afternoon, with different time variations. This research was conducted by using experimental method where solar cell will be controlled to solar cell system capable of mengikuti movement of the sun. Data analysis techniques in this study using descriptive data analysis that describes the results of research in the form of tables and graphs. The purpose of this research is to know the performance of solar cell that uses timer based control system with the reference of sun movement. Research on solar cell-based control system that is done is expected, can get high efficiency value of solar cell. The research of Timer based solar cell control system has variable of taking time for 15 minutes, 30 minutes, and 60 minutes. Based on the test data the best use of the best variables is found in the use of the retrieval time for 15 minutes, because it has the highest efficiency percentage value of 9.62%, compared with

the 30 minute retrieval time variable is 9.46% and the time span 60 minutes is 9.23% . Based on test data the smaller the retrieval time it will affect the increase in solar cell efficiency. Because the movement of solar cells in the gain will be more so that more follow the motion of the sun on each day.

Keywords: Solar Cell, Timer, Efficiency.

PENDAHULUAN

Krisis energi merupakan masalah utama dan sangat di perhatikan di beberapa negara, tidak terkecuali di Indonesia. Banyak krisis energi yang menjadi masalah secara berkelanjutan. Sumber-sumber energi seperti energi fosil yang tidak dapat diperbarui, terus dieksploitasi secara terus menerus.. Sedangkan sisa penggunaan bahan bakar fosil dapat menjadikan pemanasan global dan polusi. Selain dari faktor alam, krisis energi juga mempengaruhi faktor ekonomi di masyarakat. Kebutuhan energi masyarakat Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk yang begitu pesat. Kebutuhan energi listrik di Indonesia meningkat 67% selama periode 2011-2035 atau naik menjadi 32.150 TWh pada tahun 2035 dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 2,2% per tahun. Sektor industri masih merupakan konsumen listrik terbesar dengan pangsa 41% pada tahun 2035. Kebutuhan listrik sektor rumah tangga tumbuh 2,5% per tahun dan mencapai 9.336 TWh pada tahun 2035. Sedangkan kebutuhan listrik sektor komersial tumbuh lebih lambat, sekitar 1,9% per tahun atau naik menjadi 7.137 TWh pada tahun yang sama. Kebutuhan listrik sektor transportasi pada tahun 2035 akan meningkat dua kali lipat menjadi 734 TWh atau naik rata-rata 3,9% per tahun (Outlook Energi Indonesia : 2014).

Salah satu cara untuk mengatasi dan mengantisipasi krisis energi yaitu dengan menggunakan energi alternatif. Energi alternatif merupakan energi yang dapat diperbarui dan tidak dapat habis. Energi alternatif sendiri dapat dikonversi menjadi pembangkit tenaga listrik. Akan tetapi, beberapa pembangkit listrik energi alternatif bergantung pada situasi dan keadaan alam dan bahan bakar. Disini energi alternatif yang digunakan yaitu solar cell. Solusi dari permasalahan tersebut yaitu dengan menggunakan solar cell yang ditambahkan dengan sistem kontrol berbasis Timer. Agar daya yang diserap oleh solar cell dapat dikonversikan menjadi listrik secara maksimal pada saat siang hari. Sistem kontrol berbasis Timer ini berfungsi sebagai pelacak keberadaan matahari pada waktu yang telah di tentukan

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dan spesifikasi komponen yang digunakan dalam analisis sistem kontrol solar cell dengan acuan pergerakan matahari berbasis sensor Timer:

- Bagaimana desain sistem kontrol solar cell berbasis timer dengan acuan pergerakan matahari berbasis Timer ?
- Bagaimana performa dari desain system control solar cell berbasis Timer?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari analisa karakteristik sistem kontrol deteksi cahaya matahari pada pembangkit listrik tenaga hybrid berbasis solar cell dan fuel cell adalah :

- Mendesain sistem kontrol solar cell dengan acuan pergerakan matahari berbasis Timer.
- Untuk mengetahui peforma solar cell berbasis Sistem kontrol Timer.

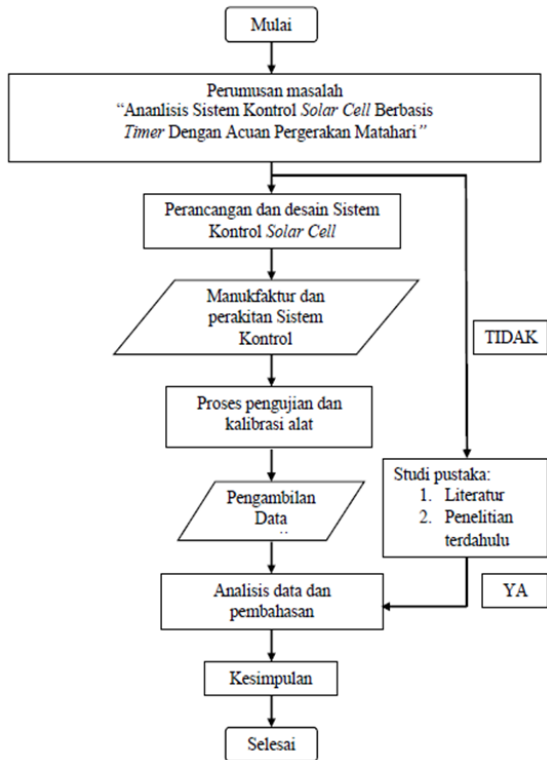
Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

- Bagi Mahasiswa
 - Mahasiswa memperoleh pengetahuan baru tentang energi alternatif yaitu solar cell.
 - Mahasiswa mampu merancang sistem kontrol solar cell berbasis Timer sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan.
 - Mahasiswa dapat mengetahui peforma solar cell dengan sistem kontrol berbasis sensor Timer
 - Penelitian tugas akhir ini untuk memenuhi syarat kelulusan di univerritas negeri surabaya.
- Bagi Dosen
 - Menjadikan model pembangkit listrik solar cell dengan Acuan Pergerakan Matahari dimana solar cell menggunakan Timer sebagai bahan visualisasi dan praktek mata kuliah pada konsentrasi Konversi Energi.
 - Menambah pengayaan bahan ajar untuk konsentrasi Konversi Energi yang berhubungan dengan solar cell.
- Bagi Masyarakat
 - Memberikan informasi mengenai energi alternatif sebagai pengganti energi fosil.
 - Sebagai pengenalan tentang pemanfaatan energi alternatif sebagai pembangkit listrik.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1 Rancangan Penelitian

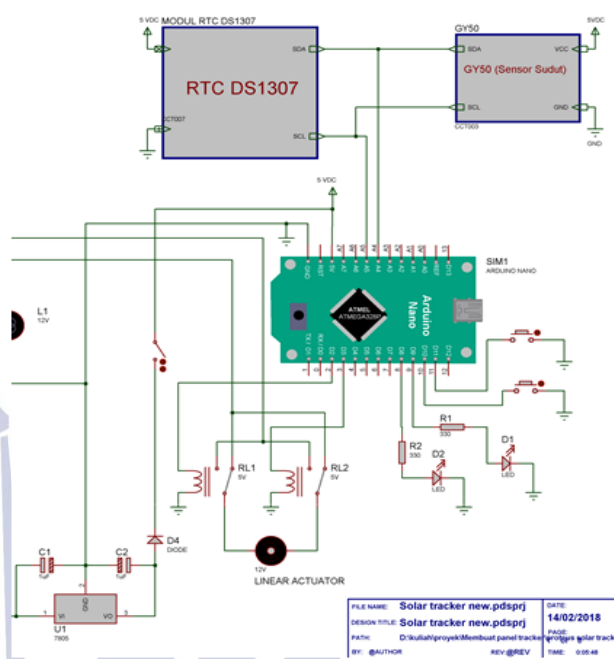
Tempat Penelitian

Penelitian analisis sistem kontrol Solar Cell berbasis Timer berdasarkan pergerakan matahari dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, gedung A8 lantai 4, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

Variabel Penelitian

- **Variabel Bebas**
Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pemberian 1 jenis Timer/ Real Time clock (RTC) pada modul surya. dengan rentang waktu pengambilan data 15 menit, 30 menit dan 60 menit
- **Variabel Terikat**
Variabel terikat pada penelitian ini adalah pengukuran voltase, arus, daya dan intensitas cahaya sehingga di dapat efisiensi solar cell
- **Variabel Kontrol**
Variabel kontrol pada penelitian ini adalah pengambilan data dengan menggunakan timer pada sistem kontrol solar cell ketika pukul 08.00 – 16.00 WIB.

Desain Rangkaian Sistem Kontrol



Gambar 2 Desain Sistem control Solar Cell

Cara Kerja alat

- Inputan dari timer kepada arduino nano tersebut berupa waktu yang sudah diatur sebelum melakukan pengambilan data, maka solar cell akan bergerak sesuai waktu yang telah di setting.
- Tahanan yang menjadi output Timer otomatis akan memiliki tegangan dan arus kecil pula. tegangan dan arus akan menjadi input Arduino Nano. Nilai input yang masuk ke arduino nano selanjutnya diproses dan berjalan sesuai program yang sebelumnya dimasukkan ke arduino nano, dari arduino nano akan keluar outputan berupa tegangan dan arus yang sudah di kuatkan.
- Setelah mendapat nilai tegangan dan arus yang tertinggi, dan nilai tersebut akan menjadi nilai inputan relay.
- Pada relay nilai arus dan tegangan tersebut apabila nilai tegangan dan arus pada relay sesuai dengan nilai kapasitas relay. Maka relay akan ON dan arus dan tegangan tersebut akan menjadi nilai inputan motor penggerak.
- Lalu solar cell akan bergerak
- Motor yang bergerak dan memiringkan solar cell sampai derajat yang telah diprogramkan akan berhenti dengan otomatis.
- Solar cell akan mengubah intensitas cahaya matahari yang diterima menjadi energi listrik.

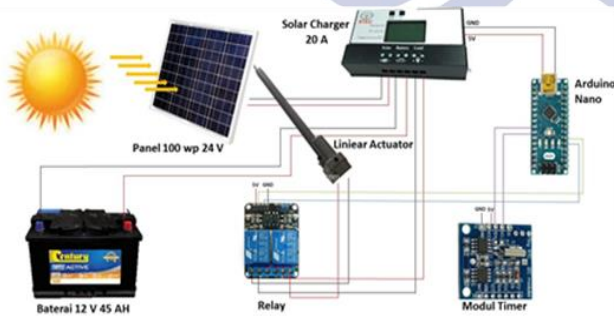
Desain Rangka Solar Cell



Gambar 3 Desain Rangka Solar Cell

gambaran mekanik rangka dari solar cell. Rangka tersebut berfungsi sebagai tempat berdirinya solar cell. Selain itu rangka ini berfungsi sebagai rangka mekanik agar solar cell terposisi menghadap matahari. Pada desain ini horizontal axis dikendalikan oleh sebuah motor yang mana motor tersebut berfungsi sebagai aktuator supaya solar cell dapat menghadap matahari. Dalam hal ini horizontal axis di gunakan untuk pergerakan matahari secara harian dari pukul 08.00 sampai 16.00 dengan perubahan posisi tiap harinya yaitu pada range 15 menit, 30 menit dan 60 menit. Sedangkan untuk vertical axis hanya menggunakan penyetelan manual dengan menggunakan mur dan baut vertical axis berfungsi sebagai penyetel pergerakan matahari.

Skema Sistem Kontrol Solar Cell



Gambar 4 Skema system control Solar Cell

Skema tersebut menjelaskan bahwa sistem kontrol solar cell berbasis timer sebagai pengatur agar pergerakan sudut solar sell selalu mengikuti arah matahari bersinar, sehingga dapat memaksimalkan intensitas cahaya yang diperoleh untuk diubah oleh solar sell menjadi energy listrik. Kemudian energy listrik akan masuk ke dalam solar charger yang berfungsi sebagai pembagi antara energy listrik yang masuk ke dalam aki/baterai ataupun

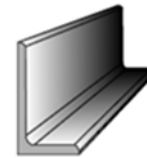
listrik yang berfungsi utuk menyalakan arduino nano, kemudian setelah arduino menyala. Maka system control pun bisa digunakan, karena arduino merupakan otak dari suatu pemrograman ini. Setelah itu arduino nano bekerja setelah menerima inputan berupa waktu dari timer (RTC). Setelah RTC memberikan inputan berupa waktu maka arduino nano akan bekerja sesuai programnya berupa variabel yang sudah di tentukan. Maka arduino akan memberikan inputan ke relay untuk menggerakkan motor. Motor akan bergerak secara otomatis menyesuaikan waktu saat melakukan pengambilan data.

Bahan, Peralatan dan Instrumen Penelitian

Peralatan dan instrumen merupakan peralatan uji yang digunakan untuk memperoleh data penelitian. Peralatan dan instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Bahan Penelitian

- Rangka
 Bahan : Besi tipe L
 Fungsi : Sebagai dukungan dan pondasi dari alat



Gambar 5. Besi Plat L

Alat Penelitian

- Timer (Real Time Clock)
 Fungsi : Sebagai sensor pengatur waktu pergerakan solar cell untuk intensitas cahaya



Gambar 6. Timer atau RTC

- Baterai
 Fungsi : Menyimpan energi listrik dan penyuplai daya ke system control



Gambar 7. Baterai

- Sensor GY 50
Fungsi : Sebagai pengatur jarak saat motor bergerak



Gambar 8. Sensor GY50

- Solar Cell
Fungsi : Mengubah cahaya matahari menjadi energy Listrik



Gambar 9. Solar Cell

Tabel 1 Data Spesifikasi Modul Surya

Spesifikasi Modul Surya	
Model	SP-100-m36
Max Voltage (Vmp)	17,8 V
Max Current (Imp)	5,62 A
Open Circuit Volatge (Voc)	22,4 V
Short Circuit Current (Isc)	5,79 A
Max Power at STC (Pmax)	100 W
Max System Voltage	DC 700 V
Weight	6,5 kg
Dimension	1190x550x30 mm
Number of Cells	36
Temperature Range	45 °C – 80 °C

Instrumen Penelitian

- Solar Power Meter
Fungsi : Sebagai pengukur intensitas energi surya



Gambar 10. Solar Power Meter

- Multimeter digital
Fungsi : Untuk mengukur arus dan tegangan secara otomatis



Gambar 11. Multimeter Digital

Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data merupakan suatu proses yang sangat penting dalam mencapai tujuan penelitian dimana parameter yang diukur adalah arus, tegangan dan intensitas yang dihasilkan dan bagaimana daya dan efisiensinya.

- Tahap Persiapan
 - Mendesain model sistem kontrol solar cell berbasis waktu RTC (Real Time Clock) dengan acuan pergerakan matahari
 - Mempersiapkan solar power meter beserta box system control yang sudah di rakit.
 - Set mode waktu sistem kontrol solar cell
- Tahap Assembly
 - Memasang RTC dan arduino nano pada system kontrol solar cell.
 - Perakitan sistem kontrol RTC dan pemasangan solar cell
 - Memasang sistem kelistrikan.
- Tahap Percobaan
 - Siapkan solar cell berbasis system control timer/RTC
 - Melakukan pengambilan data setiap 15 menit dari pukul 08:00-16:00 pada hari pertama, 30 menit pada hari ke dua dan 60 menit pada hari ke 3. pengambilan data meliputi voltase, ampere dan intensitas cahaya.
 - Pengujian setiap variabel dilakukan selama 1 hari dengan kurun waktu 8 jam tiap hari, untuk pengambilan data 3 variabel dengan jadi total adalah 3 hari dengan jumlah waktu 24 jam.

Teknik Pengumpulan Data

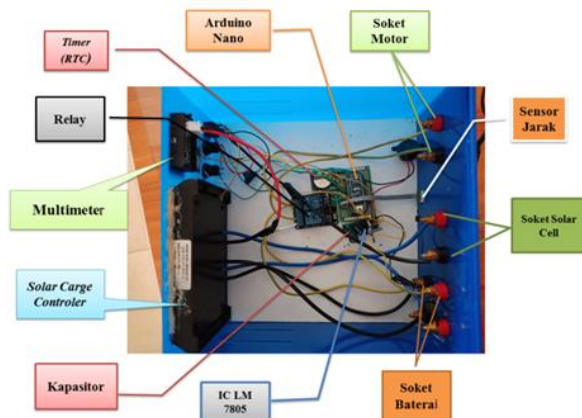
Pengambilan data merupakan suatu proses yang sangat penting dalam mencapai tujuan penelitian dimana parameter yang diukur adalah daya yang dihasilkan dan bagaimana efisiensinya. Teknik pada pengumpulan data

penelitian ini memakai teknik eksperimen, yaitu mengukur dan menguji objek yang akan diteliti dan mencatat data-data yang diperlukan. Rencana hasil penelitian dapat dilihat untuk pengambilan data dilakukan selama 3 hari untuk setiap rentang waktu atau pengambilan data dilakukan satu variabel di setiap harinya data akan di ambil setiap 15 menit sekali untuk hari pertama, 30 menit untuk hari ke dua dan 60 menit untuk hari ke tiga. Rencana pengambilan data penelitian dilakukan selama 3 hari. untuk setiap harinya pengambilan data dilakukan dari pukul 08.00 s.d. 16.00 WIB dengan range waktu 15 menit sekali untuk hari pertama, range 30 menit untuk pengambilan data di hari ke dua dan range 60 menit untuk hari ke tiga. Dari data tersebut akan di peroleh nilai rencanana hasil penelitian akan dianalisis performanya untuk mengetahui perbandingannya selama 3 hari dengan range waktu yang berbeda.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Desain Sistem Kontrol

Desain Sistem Kontrol Solar Cell berbasis Timer ini berfungsi sebagai pengatur gerak solar cell secara otomatis. Pada system control ini juga dilengkapi dengan alat ukur berupa multimeter digital yang langsung di pasang secara paten sehingga jika kita gunakan secara langsung untuk mengukur tegangan dan arus dengan menggunakan system control ini kita tidak perlu lagi untuk memangsang dan melepas multimeter secara manual. Dalam system control ini penulis mendesain suatu rangkain yang dapat digunakan ketika melakukan pengambilan data menggunakan soler cell berdasarkan pergerakan waktu. Berikut ini gambar hasil desain pada sistem kontrol tersebut:



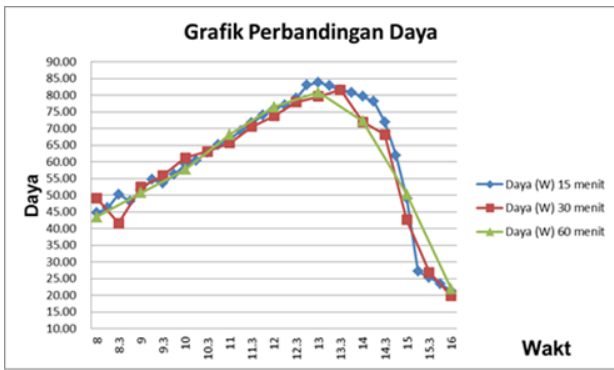
Gambar 11 Tampak atas Hasil desain Sistem Kontrol

Hasil Pengujian Performa Sistem Kontrol

Tabel 3. Hasil Pengujian Daya

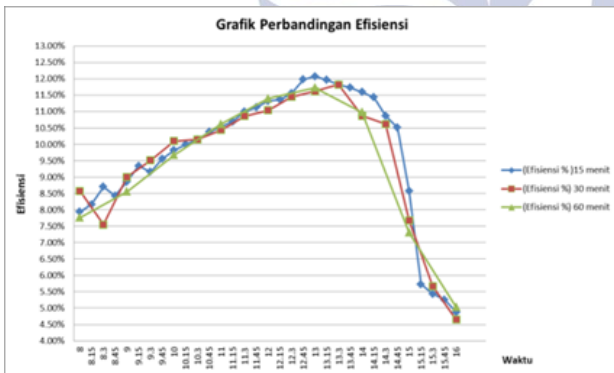
Waktu	Sudut solar cell	Daya (W) Waktu 15 Menit	Daya (W) Waktu 30 Menit	Daya (W) Waktu 60 Menit
8	30°	44.7	49.14	43.51
8.15	34°	46.21		
8.3	38°	50.24	41.61	
8.45	41°	48.2		
9	45°	51.51	52.47	49.29
9.15	49°	54.76		
9.3	53°	53.61	55.93	
9.45	56°	56.24		
10	60°	59.27	61.18	57.75
10.15	64°	60.48		
10.3	68°	62.93	63.09	
10.45	71°	65.08		
11	75°	66.88	65.61	68.16
11.15	79°	69.26		
11.3	83°	71.68	70.56	
11.45	86°	73.97		
12	90°	75.92	73.73	76.5
12.15	94°	77.08		
12.3	98°	79.04	77.87	
12.45	101°	82.99		
13	105	83.81	79.63	80.81
13.15	109°	82.82		
13.3	113°	81.62	81.62	
13.45	116°	80.81		
14	120°	79.63	72	72.24
14.15	124°	78.07		
14.3	128°	72	68.16	
14.45	131°	61.93		
15	135°	49.14	42.62	39.33
15.15	139°	27.2		
15.3	143°	25.35	26.87	
15.45	146°	23.5		
16	150°	21.3	19.77	21.9
Rata-rata Daya		59,82	58,39	56,61

perbandingan nilai daya pada setiap variabel, dalam table tersebut dapat diketahui bahwa nilai daya tertinggi terdapat pada variabel pengambilan data selama 15 menit yaitu diperoleh rata-rata daya sebesar 59,82 Watt, kemudian di ikuti dengan varabel pengambilan data selama 30 menit kemudian di peroleh rata-rata daya sebesar 58,39 watt dan rata-rata daya terkecil pada variabel 60 menit yaitu sebesar 56,61 watt. Untuk melihat tingkat penangkapan daya yang lebih baik pada solar cell bisa dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 12 Grafik Perbandingan Daya

perbandingan antara kenaikan daya pada setiap variabel pengambilan data selama 15 menit untuk grafik yang berwarna biru, 30 menit untuk grafik yang berwarna merah dan 60 menit untuk grafik berwarna hijau. Dari Ketiga variabel tersebut yang cenderung memiliki rata-rata daya tertinggi yaitu untuk variabel 15 menit, karena pergerakan yang dilakukan solar cell yang lebih banyak sehingga daya yang di peroleh lebih maksimal di bandingkan dengan variabel 30 menit ataupun 60 menit. Oleh karena itu perolehan daya sangat berpegaruh terhadap efisiensi yang di dapat. Karena daya di peroleh berdasarkan hasil pengukuran antara arus dan tegangan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat hasil perbandingan efisiensi pada setiap variabel



Gambar 13 Grafik Perbandingan Efisiensi

Efisiensi terbaik terjadi pada variabel pengambilan data selama 15 menit dibandingkan dengan variabel lainnya. Karena dapat dilihat pada garis berwarna biru memiliki rata-rata efisiensi per satu jam yang lebih tinggi dari pada 30 menit ataupun 60 menit.

Tabel 4 Hasil Perbandingan Efisiensi

Waktu	Sudut solar cell	Efisiensi (%) 15 Menit	Efisiensi (%) 30 Menit	Efisiensi (%) 60 Menit
8.00	30°	7.94%	8.58%	7.77%
8.15	34°	8.17%		
8.30	38°	8.70%	7.55%	
8.45	41°	8.44%		
9.00	45°	8.86%	9.01%	8.56%
9.15	49°	9.35%		
9.30	53°	9.16%	9.52%	
9.45	56°	9.56%		
10.00	60°	9.82%	10.11%	9.67%
10.15	64°	10.00%		
10.30	68°	10.15%	10.16%	
10.45	71°	10.38%		
11.00	75°	10.55%	10.44%	10.63%
11.15	79°	10.70%		
11.30	83°	11.01%	10.87%	
11.45	86°	11.13%		
12.00	90°	11.33%	11.04%	11.40%
12.15	94°	11.37%		
12.30	98°	11.56%	11.45%	
12.45	101°	11.98%		
13.00	105	12.08%	11.62%	11.74%
13.15	109°	11.97%		
13.30	113°	11.83%	11.83%	
13.45	116°	11.74%		
14.00	120°	11.60%	10.87%	10.98%
14.15	124°	11.44%		
14.30	128°	10.87%	10.63%	
14.45	131°	10.51%		
15.00	135°	8.58%	7.69%	7.31%
15.15	139°	5.73%		
15.30	143°	5.44%	5.67%	
15.45	146°	5.26%		
16.00	150°	4.88%	4.65%	5.03%
Rata-rata efisiensi		9,62%	9,46%	9,23%

Perbandingan nilai efisiensi pada setiap variabel, dalam table tersebut dapat diketahui bahwa nilai efisiensi tertinggi terdapat pada variabel pengambilan data selama 15 menit yaitu diperoleh rata-rata efisiensi sebesar 9,62%, kemudian di ikuti dengan varabel pengambilan data selama 30 menit kemudian di peroleh rata-rata efisiensi sebesar 9,46% dan rata-rata efisiensi terkecil pada variabel 60 menit yaitu sebesar 9,23%.

Pengaruh Variabel tertentu terhadap efektifitas solar cell

Rangkaian sistem kontrol solar cell berbasis Timer ini memiliki 3 variabel waktu yaitu 15 menit, 30 menit dan 60 menit. Untuk dapat membandingkan efisiensi tersebut maka di buat rata-rata persatu jam. Nilai efisiensi rata-rata yang di dihasilkan oleh solar cell adalah sebagai patokan apakah solar cell dengan variabel tertentu memiliki nilai efisiensi yang lebih baik untuk lebih jelasnya bisa di lihat di grafik pada gambar 4.8. Dari hal

tersebut dapat di simpulkan bahwa pengambilan data menggunakan variabel dengan rentang waktu 15 menit terbukti lebih efektif dalam pengoprasian sistem kontrol solar cell berbasis timer. Efisiensi yang lebih baik dari variabel lainya karena gerak penangkapan terhadap intensitas matahari lebih banyak dan lebih mendekati terhadap gerak harian matahari sehingga performa yang di hasilkan lebih maksimal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari analisis data tersebut pada bab di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Desain sistem kontrol solar cell berbasis Timer dengan menggunakan susunan rangkaian inti berupa RTC (Real Time Clock), Arduino nano, Solar charger controler dan sensor GY 50 ini mampu mengikuti sudut penyinaran matahari sehingga dapat memaksimalkan sinar matahari yang mengarah ke solar cell pada pukul 08.00 – 16.00 sehingga dari pergerakan tersebut mampu menaikkan efisiensi solar cell
- Nilai efisiensi yang di hasilkan solar cell pada penelitian ini mengalami peningkatan yang cukup stabil, variabel dengan rentang waktu 15 menit terbukti lebih efektif dalam pengoprasian sistem kontrol solar cell berbasis timer. Efisiensi yang lebih baik dari variabel lainya karena gerak penangkapan terhadap intensitas matahari lebih banyak dan lebih mendekati terhadap gerak harian matahari sehingga performa yang di hasilkan lebih maksimal. Terlihat pada variabel saat melakukan pengambilan data dengan rentang waktu selama 15 menit memiliki nilai rata-rata efisiensi yang lebih tinggi di bandingkan variabel dengan menggunakan rentang waktu 30 menit ataupun 60 menit.

Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian, maka penulis merekomendasikan berupa saran-saran sebagai berikut :

- Diharapkan penelitian selanjutnya melakukan pengambilan sampel penelitian lebih dari jumlah sampel peneliti, agar mendapatkan data penelitian yang lebih baik.
- Penelitian selanjutnya diharapkan ada pengembangan permodelan sistem kontrol yang lain agar tercapai nilai efisiensi solar cell yang baik.
- Diharapkan penelitian selanjutnya dapat membandingkan nilai efisiensi desain sistem kontrol yang penulis rancang (dinamis) dengan nilai efisiensi solar cell yang tidak menggunakan sistem kontrol (statis), ataupun dengan model system control lainya.

DAFTAR PUSTAKA

- A, Riki Rulli. 2013. *Sistem Monitoring Kinerja Panel Listri Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno*. Jakarta Barat : Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta
- Adhi, Pipit Sakti. 2013. *Miniatur Sistem Solar Cell Berbasis Mikrokontrol PIC16F877*. Bekasi : Journal of Electrical and Electronics.
- Adityawarman, Eka. 2010. *Solar Tracker Cerdas Dan Murah Berbasis Mikrokontroler 8 Bit Atmega853*. Singharaja. Jurusan Teknik Elektronika
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). 2014. *Data Potensi Energi Surya 2014*. Jakarta: BPPT.
- Borton, W. 2006. *Programmable Logic Controllers*. Boston: Elsevier
- Haryono, Tri Harso. 2013. *Efficiency Calculation Analysis of A-Si:H Solar Cells for Determination of Optimum Filament Temperature in Material Deposition*. Jember : Journal of Electrical and Electronics Universitas negeri Jember
- Irawan, Irfan Panca. 2016. *'Analisis Sistem Kontrol Solar Cell Dengan Acuan Pergerakan Matahari Berbasis Sensor Ldr (Light Dependent Resistor)*. Surabaya : Jurnal Teknik Mesin.
- Nugraha, Tutun & Didik Sunardi. 2012. *Seri Sains Energi Terbarukan: Energi Surya*. Jakarta: PT. Pelangi Ilmu Nusantara.
- Septina, Wilman. 2013. *Sel Surya : Struktur & Cara Kerja, Online*, (<https://teknologisurya.wordpress.com/> , diakses 2 Maret 2017).
- Supatmi, Sri. 2010. *Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dengan Sensor LDR dan Penampil LC*. Padang: Jurnal Fisika Unand
- Syariefadi, Roni. 2015. *Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya 30 Kwp On-Grid Di Kampus Universitas Martim Raja Ali Haji (Umrh) Menggunakan Software Pv*Sol*. Tanjung Pinang : Jurnal Teknik mesin
- Widiatmoko, Yosie. 2015. *Prototype Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomatisasi Lampu Penerangan Taman*. Yogyakarta : Jurnal Teknik elektro
- Yoshitake, Jake. 2016. *Solar Tracker, (online)* (<https://www.britannica.com/>, diakses 5 Maret 2017).
- Yuwono, Budi 2013. *Optimalisasi Panel Sel Berbasis Mikrokontroler At89c51*. Surakarta: Jurusan Fisika.