

PERANCANGAN MOBIL LISTRIK DENGAN MEMANFAATKAN SINAR MATAHARI SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF MENGGUNAKAN MODUL *PHOTOVOLTAIC*

DESIGNING AN ELECTRIC CAR BY UTILIZING THE SUN AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE USING THE *PHOTOVOLTAIC* MODULE

Oleh: Candra Sasmita, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi Akprind, Yogyakarta. Candrasa09@gmail.com

Abstrak

Modul photovoltaic merupakan rangkaian sel surya yang tersusun secara seri atau paralel. Modul photovoltaic berfungsi untuk mengubah energi cahaya dari matahari menjadi energi listrik. Dalam penelitian ini yang akan dilakukan adalah merancang mobil listrik dengan memanfaatkan tenaga matahari sebagai sumber energi alternatif menggunakan modul photovoltaic yang dilengkapi charger controller, baterai dan arduino serta melakukan pengujian dan pengambilan data pada modul photovoltaic. Didalam merancang mobil listrik sistem catu daya dengan tenaga surya dengan rangkaian charge controller serta baterai 12 volt. Rangkaian charger controller ini dibuat dengan menggunakan suatu rangkaian elektronika analog dan komponen digital. Alat ini mempunyai fungsi utama sebagai pengontrol aliran listrik antara panel sel surya dengan baterai dan juga dengan menggunakan saklar otomatis. Sehingga pengoperasian dan penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya 100 watt ini dapat beroperasi dan dimanfaatkan lebih baik. Pengambilan data pengujian dilakukan dengan mengukur intensitas cahaya, suhu, tegangan dan arus pada keluaran solar cell, dan input pengisian baterai. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah model mobil listrik dengan catudaya yang menggunakan modul photovoltaic berdaya 100 watt dan dapat melakukan pengisian ke baterai 12 volt berkapasitas 5 Ah yang di rangkai seri yang dikontrol oleh arduino ketika melakukan pengisian baterai.

Kata Kunci : Catudaya, solar cell, mobil listrik, charge controller, arduino.

Abstract

Photovoltaic module is a series of solar cells arranged in series or parallel. Photovoltaic module serves to convert light energy from the sun into electrical energy. In this study will design an electric car by utilizing solar energy as an alternative energy source using photovoltaic modules equipped with a charger controller, battery and arduino as well as testing and data collection in photovoltaic modules. in designing an electric car power supply system with solar charge controller circuits and a battery of 12 volts. Controller charger circuit is made using an electronic circuit analog and digital components. This device has the main function as a controller between the electric current solar cell panel with a battery and also loads using an automatic switch. So the operation and used of solar power generation system at 100 watt can be operate and better utilized. Data retrieval testing is done by measuring the intensity of light, temperature, voltage and current at the output of the solar cell, and battery charging input. Results from this study is a model of an electric car with a power supply that uses a powerful 100-watt photovoltaic modules .and can do to a 12 volt battery charging capacity of 5 Ah are in the series chain controlled by arduino when charging the battery.

Keywords: Power Supply, solar cell, electric car, charge controller, arduino.

Pendahuluan

Latar Belakang

Isu kelangkaan energi, perubahan iklim dunia, dan pemanasan global menjadi sorotan masyarakat luas, bahkan seluruh dunia mulai berlomba-lomba menyuarkan tentang penyelamatan lingkungan. Penggunaan bahan bakar fosil, polusi udara, sampai kebakaran hutan disebut-sebut sebagai penyebab dari rusaknya lingkungan. Berbagai cara dilakukan untuk mencoba mengurangi efek dari pemanasan global tersebut. Energi merupakan kebutuhan pokok bagi kegiatan sehari-hari, misalnya dalam bidang industri, dan rumah tangga. Dalam pemanfaatan energi diperlukan kebijakan dan pengaturan yang lebih baik dan terencana, yang dikenal sebagai konservasi energi. Konservasi energi adalah penggunaan energi disertai usaha-usaha mencari teknologi baru dengan memanfaatkan sumber energi terbaru (misalnya sinar matahari, tenaga air, panas bumi) dengan lebih efisien. Untuk jangka panjang hal itu dapat berarti menggunakan energi sedemikian rupa sehingga dapat menekan kerugian energi seminimal mungkin. Sedangkan untuk jangka pendek, konservasi energi dapat dilakukan melalui langkah-langkah penghematan energi maupun penggunaan energi yang terdapat di alam, misal panas matahari. Energi matahari adalah energi yang tidak polutif, bersifat kontinyu dan tidak dapat habis. Semua itu merupakan alasan utama dalam pengembangan dan pemanfaatan energi matahari.

Mobil merupakan sarana transportasi yang di minati banyak konsumen, namun kebanyakan mobil menggunakan bahan bakar minyak (BBM), yang akan menimbulkan gas buang berbahaya berupa karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂) dan zat lainya yang akan mencemari udara. Selain itu juga mobil berbahan bakar fosil ini, bersifat bising yang menimbulkan folusi suara berupa noise yang sangat mengganggu indra pendengaran, yang akan berimbas pada memburuknya metabolisme tubuh, apabila terjadi peristiwa yang berkesinambungan. Maka sehubungan dengan prihal di atas penulis akan mengembangkan sarana transportasi yang ramah lingkungan, dan pemanfaatan energi yang berlimpah, berupa sinar matahari yang dimaanfaatkan sebagai energi alternatif mobil listrik menggunakan modul photovoltaic.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas maka ditarik beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang mobil listrik berbasis modul *photovoltaic*?
2. Bagaimana prinsip kerja modul *photovoltaic*?
3. Bagaimana prinsip kerja *charger control* yang di gunakan mobil listrik?
4. Bagaimana membuat pengisian batrai berpindah satu-persatu ketika penuh, menggunakan 6 buah baterai 12 volt yang di rangkai seri?

Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penyusunan skripsi ini yaitu:

1. Perancangan pada mobil listrik menggunakan modul *photo-voltaic* dengan daya 100 WP.
2. Pengukuran tegangan dan arus pada sistem mobil listrik tenaga surya.
3. Pada sistem perancangan energi alternatif mobil listrik ini menggunakan 1 buah modul *photovoltaic*, dengan jenis *monocrystalline* ukuran 1200 mm x 540 mm x 30 mm, dengan daya maksimum (P_{max}) = 100 WP, tegangan maksimum (V_{max}) = 17,5 Volt, dan arus maksimum (I_{max}) = 5,71 *ampere*. Dengan menggunakan panel surya jenis *monocrystalline* karena panel surya ini memiliki efisiensi yang tinggi, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat membuat dan memahami sistem kerja modul *photovoltaic* dengan daya 100 wp.
2. Membuat dan memahami piranti-piranti yang digunakan serta komponen pendukung yang dipakai dalam perancangan mobil listrik yang berbasis modul *photovoltaic*.
3. Memahami bagaimana pengaruh korelasi Intensitas cahaya, suhu, tegangan dan arus pada sistem pencatuan daya pada mobil listrik.

4. Untuk memanfaatkan dan mengembangkan teori yang didapat dibangku kuliah secara praktis berdasarkan inovasi teknologi yang ada serta landasan bekal dalam menghadapi dunia nyata.
5. Dapat menciptakan sarana transportasi yang ramah lingkungan dan bebas polusi, yang memanfaatkan dan menggunakan energi tanpa batas yaitu sinar matahari, sebagai sumber energi alternatif yang digunakan untuk pengisian daya mobil listrik.

Perancangan Sistem dan Pengujian

Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem meliputi:

1. Analisis kebutuhan
Analisis kebutuhan terhadap alat yang akan dibuat dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - a. Sebuah *solar cell*.
 - b. *Solar Charge Controller*.
 - c. Baterai merk FDR.
 - d. Bahan besi dan plat.
 - e. Mikrokontroler Arduino UNO

Deskripsi Umum Perancangan

Perancangan awal memerlukan beberapa tahap perancangan mobil listrik, yaitu:

1. Perancangan perangkat keras
2. Perancangan kerangka mobil listrik
3. Perancangan PCB (Printed Circuit Board)
4. Perancangan Rangkaian Elek-tronis
5. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pengujian dan Analisis

Pengujian dan Pengambilan Data pada Solar Cell (Photovoltaic)

Pengambilan data pengujian dilakukan dengan mengukur intensitas cahaya, suhu, tegangan dan arus pada keluaran solar cell, dan input pengisian baterai. Pengukuran dilakukan dari pukul 07.00 – 17.00 selama 3 hari percobaan.

Analisis Data Hasil Pengukuran

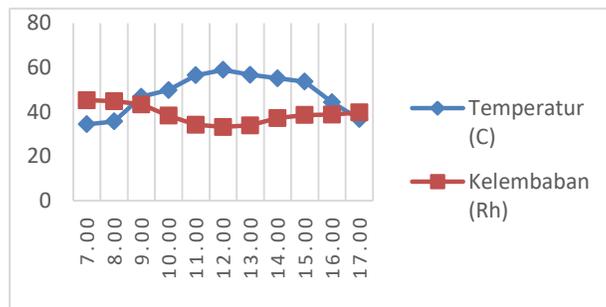
Berdasarkan hasil pengamatan berupa pengukuran-pengukuran yang telah dilaksanakan selama 3 hari, maka diperoleh data-data dan grafik seperti yang ditunjukkan pada masing-masing tabel dan grafik berikut ini:

1. Hari Pertama

Tabel (1)

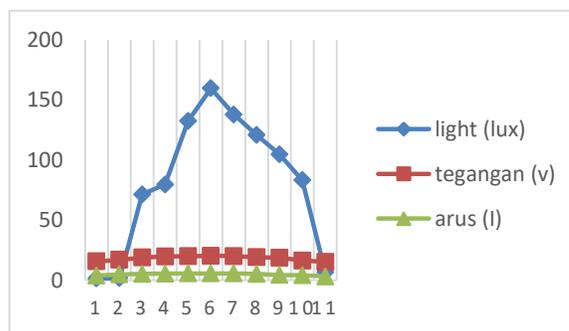
Pengambilan Data Pengukuran Intensitas Cahaya Suhu dan Kelembaban Terhadap Arus Dan Tegangan Pada Keluaran Panel Surya Hari ke 1.

NO	TIME	FISIK			OUTPUT SOLLAR CELL			OUTPUT CHARGER CONTROLLER		
		TEMP (C°)	Kelem (RH)	LIGHT (lux)	V (Volt)	I (Amper)	P (Watt)	V (Volt)	I (Amper)	P (Watt)
1	7.00	35,3	43,9	1588 (Ilux)	15,79	3,99	63,0	14,12	3,99	56,34
2	8.00	38,9	43,2	1685 (Ilux)	16,99	4,90	83,25	14,50	5,00	72,5
3	9.00	44,5	36,4	71447 (Ilux)	18,85	5,30	99,90	14,75	5,30	78,17
4	10.00	49,9	33,2	79617 (Ilux)	19,87	5,50	109,2	14,80	5,50	81,4
5	11.00	58,7	31,9	132535 (Ilux)	20,0	5,70	114	14,85	5,70	84,64
6	12.00	63,9	31,3	159674 (Ilux)	20,3	5,71	115,9	14,87	5,71	84,90
7	13.00	62,2	31,5	137891 (Ilux)	20,1	5,69	114,3	14,86	5,69	84,55
8	14.00	56,1	32,2	120823 (Ilux)	19,2	5,33	102,3	14,45	5,33	77,01
9	15.00	47,4	33,6	104871 (Ilux)	18,8	4,33	81,4	14,25	4,33	61,70
10	16.00	43,2	33,8	83251 (Ilux)	16,4	4,26	69,86	14,16	4,26	60,32
11	17.00	35,7	34,9	6795 (Ilux)	15,31	3,12	47,77	14,14	3,12	44,11



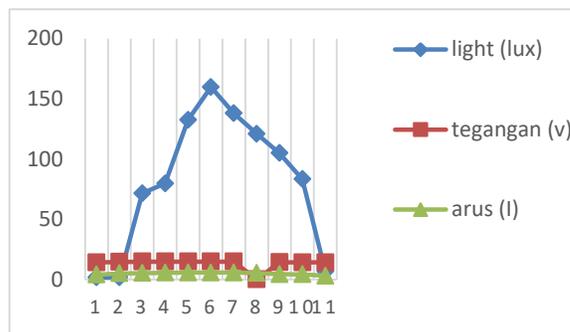
Gambar (1)

Grafik Pengaruh suhu dan kelembaban terhadap waktu pada pengukuran hari ke 1



Gambar (2)

Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Tegangan dan Arus Pada Ouput Solar Cell pada pengukuran hari ke 1



Gambar (3)

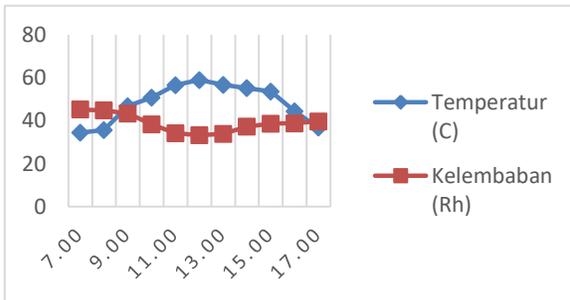
Grafik Pengaruh intensitas cahaya terhadap tegangan dan arus pada output charger controller pada pengukuran hari pertama

2. Hari Kedua

Tabel (2)

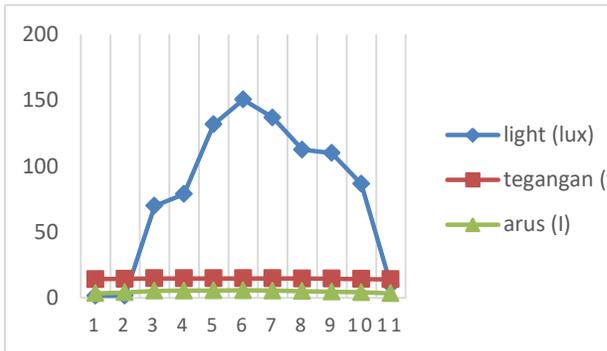
Pengambilan Data Pengukuran Intensitas Cahaya Suhu dan Kelembaban Terhadap Arus Dan Tegangan Pada Keluaran Panel Surya Hari ke 2

NO	TIME	FISIK			OUTPUT SOLLAR CELL			OUTPUT CHARGER CONTROLLER		
		TEMP (C°)	Kelem (RH)	LIGHT (lux)	V (Volt)	I (Amper)	P (Watt)	V (Volt)	I (Amper)	P (Watt)
1	7.00	34,4	45,2	1612 (1lux)	16,23	3,50	56,80	14,15	3,50	49,52
2	8.00	35,7	44,8	1672 (1lux)	17,10	4,15	70,96	14,42	4,15	59,84
3	9.00	46,8	43,4	69875 (1lux)	18,98	5,35	101,5	14,75	5,35	78,91
4	10.00	50,8	38,27	78785 (1lux)	19,50	5,50	109,4	14,76	5,50	81,18
5	11.00	56,5	34,18	131618 (1lux)	19,89	5,68	112,9	14,80	5,68	84,06
6	12.00	58,9	33,21	150451 (1lux)	19,98	5,70	113,9	14,82	5,70	84,47
7	13.00	56,7	33,9	136833 (1lux)	19,70	5,56	109,5	14,78	5,56	82,18
8	14.00	55,1	37,2	112519 (1lux)	18,89	5,10	96,34	14,72	5,10	75,07
9	15.00	53,6	38,6	109981 (1lux)	18,33	4,67	85,60	14,53	4,67	67,85
10	16.00	44,3	38,8	86477 (1lux)	16,50	4,27	70,45	14,35	4,27	61,27
11	17.00	36,8	39,7	9468 (1lux)	15,34	3,45	52,9	14,13	3,45	48,75



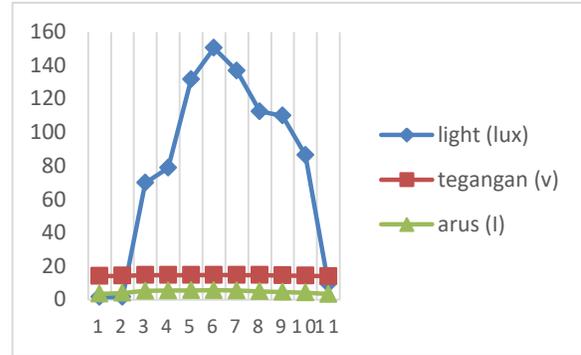
Gambar (4)

Grafik Pengaruh suhu dan kelembaban terhadap waktu pada pengukuran hari ke 2



Gambar (5)

Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Tegangan dan Arus Pada Output Solar Cell pada pengukuran hari ke 2.



Gambar (6)

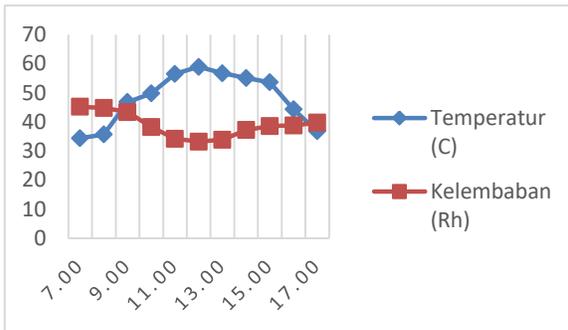
Grafik Pengaruh intensitas cahaya terhadap tegangan dan arus pada output charger controller pada pengukuran hari ke 2

3. Hari Ketiga

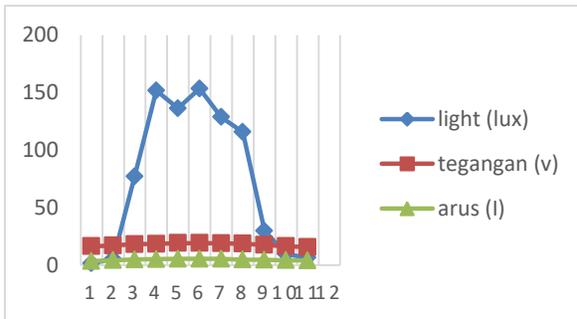
Tabel (3)

Pengambilan Data Pengukuran Intensitas Cahaya Suhu Dan Kelembaban Terhadap Arus Dan Tegangan Pada Keluaran Panel Surya Hari ke 3

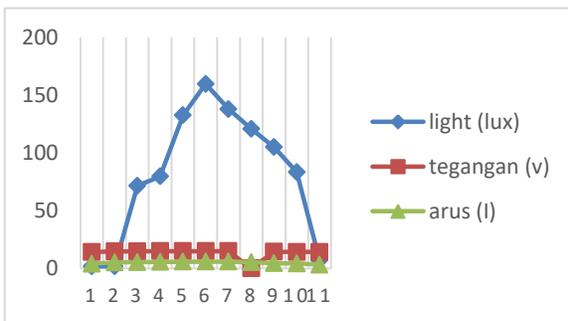
NO	TIME	FISIK			OUTPUT SOLLAR CELL			OUTPUT CHARGER CONTROLLER		
		TEMP (C°)	Kelem (RH)	LIGHT (lux)	V (Volt)	I (Amper)	P (Watt)	V (Volt)	I (Amper)	P (Watt)
1	7.00	34,5	45,8	1619(1lux)	16,38	3,55	58,14	14,18	3,55	50,33
2	8.00	39,3	45,2	5449(1lux)	17,14	4,26	73,01	14,18	4,26	60,40
3	9.00	48,4	43,8	77126(1lux)	18,15	4,98	90,38	14,55	4,98	72,46
4	10.00	58,1	42,6	141799(1lux)	18,45	5,23	96,49	14,10	4,23	59,64
5	11.00	60,2	42,0	156247(1lux)	19,13	5,53	105,7	14,27	4,53	64,64
6	12.00	59,4	41,4	153425(1lux)	19,21	5,51	105,8	14,69	5,51	80,94
7	13.00	53,5	42,7	128671(1lux)	18,97	5,48	103,9	14,76	4,48	66,12
8	14.00	48,3	43,0	215631(1lux)	18,65	4,75	88,58	14,61	4,75	69,39
9	15.00	45,2	43,9	19859(1lux)	17,59	4,61	81,08	14,54	4,61	67,02
10	16.00	35,2	44,6	9447(1lux)	16,45	4,20	69,09	14,12	4,20	59,30
11	17.00	33,7	45,1	6639(1lux)	15,0	3,35	50,25	13,35	3,35	44,72



Gambar (7)
 Grafik Pengaruh suhu dan kelembaban terhadap waktu pada pengukuran hari ke 3



Gambar (8)
 Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Tegangan dan Arus Pada Ouput Solar Cell pada pengukuran hari ke 3



Gambar (9)
 Grafik Pengaruh intensitas cahaya terhadap tegangan dan arus pada output charger controller pada pengukuran hari ke 3.

Pembahasan Solar Cell

Dari data pengujian *solar cell* (Tabel 1-3) dapat dilihat bahwa tegangan keluaran dari panel surya sekitar 15 V – 20 V. Namun tegangan keluaran dari solar charger controller lebih stabil yaitu sekitar 13,5 – 14,8 V. Keadaan ini sama setiap jamnya, ini terjadi karena didalam solar charger controller terdapat rangkaian pengatur tegangan dan arus oleh karena itu pengisian baterai pada setiap jamnya akan selalu stabil sehingga pengisian muatan yang berlebihan (*over charging*) tidak akan terjadi. Proses pengisian sangat tergantung kondisi tingkat kecerahan. semakin cerah, maka akan menghasilkan arus listrik yang semakin besar, begitupun sebaliknya. Seperti pada tabel (1) dimana tegangan yang dihasilkan panel surya 20.3 V dan arusnya 5.71 A. Ini merupakan daya yang tertinggi yang dihasilkan panel surya dalam sehari. Namun arus dan tegangan yang didistribusikan untuk mengisi baterai sangat stabil dan diatur oleh solar charger controller yaitu hanya sebesar 14 V dan arusnya sebesar 5 A. Namun setiap hari tentu berbeda cuacanya dan sangat mempengaruhi daya yang dihasilkan. Suhu juga sangat mempengaruhi kinerja pengisian solar cell. Pada data terukur, semakin tingginya suhu, maka semakin tinggi juga tegangan dan arus yang didapat. Selain suhu, kelembaban juga sangat berpengaruh terhadap tingkat efisiensi tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya. Dalam proses pengukuran dilapangan, diketahui nilai pengukuran suhu berbanding terbalik dengan kelembaban yang dihasilkan. Makin tinggi suhu

yang dihasilkan maka nilai kelembabannya semakin kecil. Hal ini juga di kemukakan oleh Yushardi (2002), menurutnya hal ini dikarenakan pada pagi hari pukul 6.00 WIB tingkat kelembaban besar yaitu 88% dan terjadi pengembunan sambil menurunkan partikel - partikel padatan akibat polusi kendaraan bermotor dan industri ke permukaan bumi, sehingga pada saat ini kondisi atmosfer mempunyai kebeningan yang tinggi dan langit biru. Fenomena tersebut mengakibatkan pada pagi hari yang cerah pukul 9.00 WIB sel surya memiliki efisiensi terbesar yaitu dengan efisiensi 10%.

Pengujian Power Supply

Catu daya yang digunakan pada ialah baterai berupa *accu* dengan tegangan output 12 volt berkapasitas 3,5 Ah. Berikut data hasil pengujian tegangan pada perangkat charger arduino.

Tabel (4)
Pengujian tegangan *power supply* charger arduino

Pengujian Ke	Vin (VDC)	Tegangan Ketika pengisian (v)	Tegangan Ketika jeda (v)	Arus (mA)
1	12,4	8,90	7,94	160
2	12,4	8,90	7,93	159
3	12,4	8,89	7,93	158
4	12,4	8,90	7,94	159
5	12,4	8,89	7,94	160
6	12,4	8,89	7,93	161
7	12,4	8,90	7,94	160
8	12,4	8,89	7,94	160
9	12,4	8,89	7,93	159
10	12,4	8,90	7,94	159
Rata-rata		8,895	7,936	159,5

Sistem pengecasan menggunakan baterai jenis *accu* dengan tegangan nominal 12 volt serta berkapasitas 3,5 Ah. Berdasarkan tabel (4) diperoleh tegangan rata-rata output serta saat diberi beban sebagai berikut:

$$V_{\text{rata-rata (dengan beban)}} = \frac{\sum \text{Pengujian}}{10}$$

$$V_{\text{rata-rata (dengan beban)}}$$

$$= \frac{8,90+8,90+8,89+8,90+8,89+8,89+8,90+8,89+8,89+8,90}{10} =$$

$$8,895 \text{ Volt}$$

Besarnya tegangan drop saat alat bekerja sebesar :

$$=V_{in} - V_{out} \text{ (dengan beban)}$$

$$12,4 - 8,895 = 3.505 \text{ Volt}$$

$$I_{\text{rata-rata}} =$$

$$\frac{160+159+158+159+160+161+160+160+159+159}{10}$$

$$= 159,5 \text{ mA}$$

Perhitungan konsumsi daya baterai pada saat sistem bekerja:

Diketahui $V = 12 \text{ VDC}$, $I = 159,5 \text{ mA}$ (0,1595 Ampere)

$$P = V \cdot I \text{ maka,}$$

$$= 12 \times 0,1595$$

$$= 1,914 \text{ Watt}$$

Perhitungan ketahanan baterai saat sistem bekerja.

Diketahui $V_{in} = 12 \text{ VDC}$, $I_{total} = 0,1595 \text{ A}$, $I_{baterai} = 3,5 \text{ A}$.

$$R_{total} = \frac{V}{I_{total}}$$

$$= \frac{12}{0,1595}$$

$$= 75,2 \text{ ohm}$$

$$Q = I_{baterai} \times t$$

$$= 3,5 \text{ A} \times 3,6 \cdot 10^{-3}$$

$$= 3,5 \times 3600$$

$$= 12600 \text{ Coulomb}$$

$$t = \frac{Q}{V} R$$

$$= \frac{12600}{12} \times 75,2$$

$$= 78960 \text{ sekon} = 21 \text{ jam}$$

Jadi ketahanan baterai saat sistem bekerja adalah ± 21 jam

Pengujian Sensor Tegangan

Metode pengambilan data tegangan ialah menggunakan hukum Thevenin yaitu dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan karena tegangan maksimal yang diperbolehkan masuk pada mikrokontroler adalah sebesar 5 volt sedangkan tegangan maksimal yang akan di ukur sebesar 100 volt. Oleh karena itu diperlukan rangkaian pembagi tegangan berikut perhitungannya:

Diketahui:

$$V_{out} = 5 \text{ volt}$$

$$V_{in} = 100 \text{ volt}$$

$R_2 = 1 \text{ k}$ (menentukan nilai R_2 sesuai kebutuhan)

$$\text{Maka, } 100 = 5 \frac{1}{R_1+1}$$

$$R_1 = \left(\frac{100 \times 1}{5} \right) - 1$$

$$R_1 = 19 \text{ k}$$

Maka untuk membagi tegangan 100 volt dapat menggunakan dua buah resistor sebesar 1 KΩ dan 19 KΩ. Berdasarkan tabel (5) terdapat nilai tegangan ADC yang merupakan hasil pembagi tegangan.

Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat disimpulkan sensor tegangan dengan menggunakan metode ADC 10 bit, memiliki kelebihan tingkat ketepatan data yang sangat

tinggi terlihat dari presentasi rata-rata error yang sangat kecil yaitu 0,626%.

Tabel (5)
Pengujian sensor tegangan

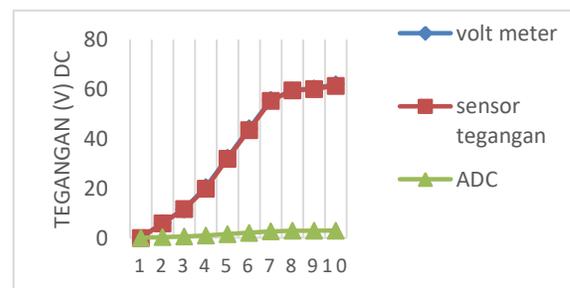
No.	Tegangan (VDC)			Selisih Data	Error (%)
	Volt meter	Sensor	ADC		
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	6,0	5,85	0,28	0,15	2,5
3	11,50	11,60	0,54	0,10	0,87
4	20,50	19,85	0,94	0,20	0,97
5	32,30	31,95	1,49	0,08	0,25
6	44,20	43,50	2,05	0,13	0,29
7	55,60	55,30	2,62	0,30	0,54
8	59,50	59,43	2,84	0,38	0,64
9	60,30	59,95	2,87	0,08	0,13
10	61,90	61,30	2,91	0,06	0,07
Rata-rata				0,148	0,626

Presentasi error diperoleh dari persamaan :

$$\text{error} = \frac{\text{selisih tegangan}}{\text{Tegangan Sebenarnya}} \times 100 \%$$

Tingkat ketepatan data sensor tegangan:

$$100\% - 0,626\% = 99,374\%$$



Gambar (10)
Grafik pengujian sensor tegangan.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan hasil rancangan sistem pada mobil listrik, dan secara terperinci hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Prinsip kerja dari modul *photovoltaic* adalah merubah energi panas matahari menjadi energi listrik, energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya masih berupa tegangan DC $\pm 19V$, tetapi pendistribusiannya untuk mengisi baterai sangat stabil dengan maksimum rata-rata 14V karena semua distribusi pengisian diatur oleh *solar charger controller*.
2. Sedangkan tegangan dan arus yang dihasilkan akan mulai meningkat pada pagi hari pukul 08.00WIB, kemudian akan mencapai level yang maksimum pada siang hari pukul 10.00-13.00WIB, dan mulai turun hingga sore hari, selain itu faktor cuaca sangat mempengaruhi kinerja dari modul *photovoltaic*.
3. Baterai yang digunakan pada perangkat charger arduino dengan tegangan 12 Volt berkapasitas 3,5 A, dengan beban 159,5 mA mampu menyuplai daya selama ± 21 jam.
4. Pengukuran tegangan *accumulator* pada mobil listrik menggunakan metode hukum Thevenin dengan membagi tegangan sumber menjadi 5 volt dan diinputkan sebagai sensor tegangan yang diubah menjadi sinyal digital atau ADC. Dari hasil

pengujian sensor tersebut memiliki tingkat ketepatan data sebesar 99,374%

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Kadir . 1995, " Energi Sumber Daya , Inovasi , Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi". UI-Press Jakarta.
- [2] Abdul Kadir. 2012. "Panduan Praktis Mempelajari Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino". Andi Yogyakarta.
- [3] Ferlian. C. ,2014, "Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Penyiram Kebun Salak di Musim Kemarau dengan Menggunakan Inverter Sebagai Perubah Tegangan DC ke AC Pada Solarcell".Akprind Press,Yogyakarta.
- [4] Jazi Eko Istiyanto. , 2014. "Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android". Andi, Yogyakarta.
- [5] Yushardi, 2002, Pengaruh Faktor Metereologi Terhadap Pola Efisiensi Tiap Jam Harian Pada Modul Sel Surya [.http://www.tumoutou.net](http://www.tumoutou.net). 702_05123 / yushardi. DOC. diakses pada 8 September 2016.