

ANALISA PANEL SURYA PADA SISTEM PENGISIAN MOBIL LISTRIK 3500 WATT

Sudirman¹, Hasan Basri², Staf pengajar Jurusan Teknik Mesin
Muhammad Noor, Pranata Laboratorium Pendidikan
Theopilus Kristopel, Mahasiswa Prodi. Perawatan dan Perbaikan Mesin
Politeknik Negeri Samarinda

ABSTRAK

Dalam era globalisasi ini, teknologi sangat berkembang pesat di masyarakat. Belakangan ini semakin banyak yang mencoba mengembangkan mobil tenaga listrik. Hal itu disebabkan karena persediaan material utama minyak bumi yang cadangannya mulai menipis. Penambahan panel surya terhadap mobil listrik dilakukan agar semakin berkembang mobil listrik dan dapat mengatasi masalah terkikisnya atau semakin habisnya bahan utama dari bahan bakar. Perubahan sumber energi matahari dengan memanfaatkan panel surya menjadi sumber energi listrik yang terbarukan merupakan upaya untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil, panel surya memiliki kelebihan yaitu mampu mengurangi polusi dan hemat energi jika diaplikasikan pada mobil listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil pengukuran suhu, arus dan tegangan dari panel surya serta baterai sebagai sumber listrik untuk pengisian tenaga pada panel surya. Sistem panel surya mencakup 2 panel surya 400 wp (wattpeak), 1 solar controler charger, 1 baterai 12 volt 45 Ah, 1 inverter 12 volt - 230 volt DC-AC, 1 baterai charger unit dan 1 baterai utama 72 volt 80 Ah. Maka dapat diperoleh hasil yaitu pengukuran dari pukul 07.00 – 17.00 Wita dan nilai output panel surya $\pm 14,7$ Volt dan Arus ± 8 Ampere (fluktuasi nilai tegangan dan arus akan berubah berdasarkan waktu, cuaca dan lingkungan sekitar) sehingga daya yang dihasilkan pada $\pm 923,6$ Watt. Dan lama pengisian baterai 12 volt 45 Ah menggunakan panel surya 400wp adalah selama 1,7 jam. Kondisi cuaca di Kota Samarinda, khususnya di Jl. A.W. Syahrani Kel. Gunung Kelua cenderung tidak menentu, sehingga intensitas cahaya ke panel surya kurang maksimal dan hanya maksimal didapatkan di waktu tertentu, oleh karena itu peneliti hanya melakukan pengambilan data selama 4-8 jam dalam sehari.

Kata kunci : *Mobil listrik, panel surya. Sistem Pengisian*

PENDAHULUAN

Menurut Syahyuniar .R (2016), belakangan ini semakin banyak yang mencoba mengembangkan mobil tenaga listrik. Hal itu disebabkan karena persediaan material utama minyak bumi yang cadangannya mulai menipis, sehingga harus ada jalan keluar untuk mengatasi hal tersebut dengan cara mencari energi alternatif dengan memanfaatkan energi surya dan listrik yang di aplikasikan ke dalam mobil. Namun mobil tenaga listrik masih belum efektif karena apabila isi dari baterai mobil tersebut habis maka mobil tersebut harus

berhenti dan harus melakukan mengisi ulang, dan jika ingin memakai mobil listrik dengan jarak atau waktu yang lama dibutuhkan baterai yang banyak pula sehingga kurang efektifnya penggunaan dari mobil listrik ini juga diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar di masa depan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan beberapa inovasimisalnya dengan pemasangan panel surya untuk sistem pengisian pada baterai diperlukan sebagai power pada penggerak dari motor listrik tersebut maka di dalam penelitian ini

peneliti melakukan modifikasi mobil dengan cara menambahkan panel surya, pemasangan panel surya pada mobil listrik agar baterai dimobil listrik tidak terkuras habis. Oleh karena itu pada sistem pengisian panel surya diaplikasikan sebuah alat konversi energi yang mengubah bentuk energi surya menjadi energi listrik. Energi yang dihasilkan oleh panel surya adalah energi yang paling ramah lingkungan, namun lahan instalasi yang diperlukan sangat luas. Selain itu, energi surya sangat tergantung pada besarnya intensitas sinar matahari, sehingga kontinuitasnya menjadi masalah tersendiri. Pemanfaatan energi surya ini dipilih karena di Indonesia merupakan negara tropis yang berada di jalur khatulistiwa. Didalam memanfaatkan energi surya ini penyusun mencoba untuk menggunakan proses fotovoltaik, yaitu dengan cara mengkonversikan secara langsung energi surya menjadi energi listrik. (I Gusti Ngurah Nitya Santhiarsa: 2008)

TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya ialah merupakan gabungan alat pengkonversi panas matahari untuk menghasilkan energi listrik, alat tersebut bernama Sel Surya atau Solar Cell yang banyak dikembangkan, hal ini terjadi karena cadangan energi fosil yang menipis, pemanasan global. Energi dari matahari yang dihasilkan sangat terjangkau karena bersumber dari cahaya matahari, hal ini sering disebut "sol" atau surya dikarenakan cahaya matahari termasuk energi terkuat yang dapat dimanfaatkan. (Safitri et al., 2019)

Material yang tersusun berupa semikonduktor dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik, karena telah tersusun oleh beberapa jenis semikonduktor, jenis tersebut ialah jenis negatif (N) dan positif (P). Kelebihan elektron merupakan semikonduktor yang dimiliki oleh jenis N, sehingga mempunyai negatif (N) muatan yang berlebih. Sebaliknya pada semikonduktor jenis P

memiliki kelebihan proton, dikarenakan mempunyai positif muatan yang berlebih

Beberapa unsur dari semikonduktor pada jenis P dan N ditambahkan. Pengolahan dengan ditambahkan dua jenis semikonduktor dilakukan untuk lebih menghasilkan konduktivitas dan kemampuan daya hantar listrik dan panas. Semikonduktor intrinsik atau disebut dengan semikonduktor alami, memiliki proton dan elektron yang berjumlah sama. Elektron atau proton berlebih yang terjadi pada sebuah semikonduktor, akan mengakibatkan meningkatnya daya hantar listrik dan panas. Berikut adalah ilustrasi dari pengkonversian cahaya matahari yang jatuh dipermukaan panel sehingga dapat menghasilkan aliran listrik

Kabel keluaran lalu dihubungkan ke lampu. solar cell ini juga dapat menghasilkan listrik yang kemudian dapat mengisi baterai, sehingga didapatkan penyimpanan energi. PLTS ini bekerja dengan di dukung oleh beberapa komponen Panel Surya berupa, modul panel surya, solar charge controller, baterai, inverter, watt meter, yang biasanya dimanfaatkan sebagai listrik rumahan pengganti listrik PLN. Perkembangan teknologi dari komponen PLTS menjadikannya suatu sistem yang handal dan ekonomis. Industri nasional sudah mampu untuk memenuhi kebutuhan produksi subsistem dari PLTS, kecuali Panel Surya. Perkembangan industri hulu tidak seperti hilir yang terdiri dari balance of system yang meliputi integrasi sistem, lampu, rangkaian pengatur dan baterai, pendistribusian serta instalasi sudah berkembang secara baik (Idzani Muttaqin, Gusti Irhamni, 2016)

Cara Menghitung Lama Pengisian Baterai

Sebelum menghitung lama pengisian baterai terlebih dahulu kita akan menghitung daya listrik yang digunakan. Berikut adalah rumus yang dipakai untuk

arus searah dalam beban tahanan menurut Syahyuniar, R. (2016)

$$P = V.I$$

Ket: P = daya listrik (watt)

V = tegangan listrik (Volt)

I = arus listrik (Ampere)

Inverter

Pengertian inverter termasuk rangkaian elektronika daya yang biasanya berfungsi untuk melakukan konversi atau mengubah tegangan DC (searah) menjadi tegangan AC (bolak-balik).

Inverter Sebenarnya adalah kebalikan dari converter atau yang lebih dikenal dengan adaptor yang memiliki fungsi mengubah tegangan AC (bolak-balik) menjadi tegangan DC (searah)



Gambar 1 Inverter

Sesuai dengan pengertian inverter yang menyatakan inverter ini berfungsi untuk mengubah tegangan DC (searah) menjadi tegangan AC (bolak-balik). Dimana perubahan ini dilakukan untuk mengubah kecepatan motor bertegangan AC dengan mengubah frekuensi outputnya saja. Jadi bisa dikatakan inverter ini merupakan perangkat yang multifungsi, bahkan tak hanya diubah melainkan dapat dikembalikan lagi.

Inverter telah banyak digunakan pada bidang industri. Dimana aplikasi inverter yang sudah terpasang akan diproses secara linear yakni parameter yang dapat diubah-ubah. Linear disini yang dimaksud inverter ini memiliki bentuk seperti grafik sinus, dll. Inverter juga memerlukan waktu yang cukup lama untuk melakukan perputaran yang presisi.

Adapun Cara kerja inverter ini yaitu inverter dapat melakukan perubahan yakni mengubah input motor tenaga listrik AC menjadi tegangan listrik DC, kemudian dipecah lagi menjadi AC dan frekuensi, sehingga motor listrikmuamg digunakan dapat dikontrol sesuai kecepatan yang dikehendaki

Metode Penelitian

Penyusunan laporan tugas akhir ini menggunakan metode observasi, interview dan literatur.

Metode Observasi

Metode observasi yaitu suatu metode pengumpulan data dimana penulis mengadakan pengamatan dan pengujian secara langsung alat yang sudah dibuat, sehingga variabel-variabel pada media yang dilihat.

Metode Interview

Metode dengan interview merupakan suatu metode pengumpulan data dengan cara wawancara langsung dengan orang atau sumber yang berkepentingan.

Metode Literatur

Metode literatur yaitu dengan suatu metode pengumpulan data dimana penulis membaca dan mempelajari bahan-bahan penunjang laporan baik dari buku maupun jurnal ilmiah

Proses Penelitian

Sebelum penelitian dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan persiapan untuk penelitian yaitu merancang bentuk dan ukuran alat, dan mempersiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian

Pengujian Alat dan Pengumpulan Data

Pengujian alat dan pengambilan data primer dilakukan secara langsung dilapangan berupa pengambilan sampel baik itu tegangan arus dan suhu. Pengambilan data arus dan tegangan dilakukan dengan menggunakan alat ukur

atau multi meter digital. Pengukuran arus dan tegangan dilakukan pada saat mobil listrik dijalankan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran tentang Mobil Listrik dalam Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan mobil listrik 3500 watt yang salah satu sumber daya listriknya dari panel surya. Sistem panel surya mencakup 2 panel surya 400 wp (*wattpeak*), 1 *solar controler charger*, 1 baterai 12 volt 45 Ah, 1 inverter 12 volt - 230 volt DC-AC, 1 baterai *charger* unit dan 1 baterai utama 72 volt 80 Ah. Gambar mobil listrik yang digunakan dalam penelitian ada pada lampiran 1.

Pada mobil listrik yang gunakan dalam penelitian ini memiliki cara kerja pengisian panel surya sebagai berikut: dari panel surya arus DC menuju *solar controler charger (SSC)*, dari *solar controler charger (SSC)* menuju baterai 12 volt 45 Ah lalu menuju inverter 12 volt - 230 volt, inverter ini mengubah arus listrik DC dari baterai menjadi AC, dari *inverter* menuju baterai *charger* unit, dan baterai *charger* unit ini mengubah arus AC dari *inverter* menjadi arus DC. Lalu menuju baterai utama 72 volt 80 Ah. Adapun gambar sistem pengisian panel surya seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar1. Sistem Pengisian Panel Surya

Pengukuran Suhu pada Panel Surya

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan thermogun pada saat pengecasan baterai. Untuk mengetahui suhu pada panel surya, memerlukan pengukur suhu agar mengetahui keluaran

panel surya dengan mendeteksi suhu sesuai interval pengukuran tersebut, dalam penelitian ini ingin mengetahui suhu yang dihasilkan pada panel surya, adapun data yang dapat berbentuk tabel dan grafik sebagai berikut

Tabel1 Perbandingan Waktu dan Suhu Luar

No	Tanggal	Jam	Suhu Permukaan panel surya (°C)	Rata-rata Suhu (°C)
1	23/06/2022	07:00	31,7	45,6
2	23/06/2022	08:00	33,6	
3	23/06/2022	09:00	35	
4	23/06/2022	10:00	57,9	
5	23/06/2022	11:00	51,6	
6	23/06/2022	12:00	57,1	
7	23/06/2022	13:00	58,4	
8	23/06/2022	14:00	60	
9	23/06/2022	15:00	47,6	
10	23/06/2022	16:00	38,1	
11	23/06/2022	17:00	30,4	42,8
12	24/06/2022	07:00	30	
13	24/06/2022	08:00	33,6	
14	24/06/2022	09:00	35	
15	24/06/2022	10:00	57,9	43,4
16	24/06/2022	11:00	51,6	
17	24/06/2022	12:00	54,4	
18	24/06/2022	13:00	47,6	
19	24/06/2022	14:00	60	
20	24/06/2022	15:00	38,5	
21	24/06/2022	16:00	31,8	
22	24/06/2022	17:00	30	
23	25/06/2022	07:00	30,7	
24	25/06/2022	08:00	35,6	
25	25/06/2022	09:00	38,6	
26	25/06/2022	10:00	54,1	
27	25/06/2022	11:00	48	
28	25/06/2022	12:00	61,8	
29	25/06/2022	13:00	67,4	
30	25/06/2022	14:00	47,6	
31	25/06/2022	15:00	33,9	
32	25/06/2022	16:00	31,4	
33	25/06/2022	17:00	28	

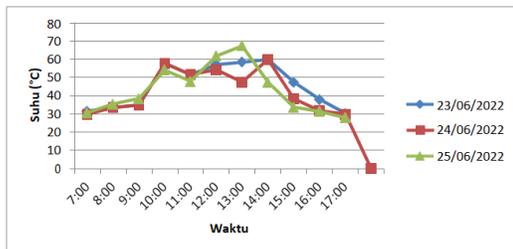
Dari data yang terdapat pada tabel, dilihat bahwa pada tanggal 23 Juni 2022 suhu pada panel surya terbilang normal dan pencahayaan yang cukup untuk panel surya. Pada jam 12.00 sampai 14.00 suhu mengalami kenaikan sekitar 1-2 °C

dikarenakan sinar matahari yang menuju panel surya tidak tertutup awan yang menyebabkan pencahayaan pada panel surya sangat maksimal.

Suhu pada tanggal 24 Juni 2022 jam 12.00 sampai 14.00 juga mengalami kenaikan sekitar 1-2 °C dikarenakan sinar matahari yang menuju panel surya tidak tertutup awan yang menyebabkan pencahayaan pada panel surya sangat maksimal.

Sedangkan pada tanggal 25 Juni 2022 dari jam 12.00 – 13.00 mengalami kenaikan suhu, namun pada jam 14.00 mengalami penurunan drastis, dikarenakan sinar matahari yang menuju panel surya tertutup oleh awan. Pada pagi hari suhu menurun dikarenakan matahari baru terbit dan pada sore hari suhu juga mengalami penurunan dikarenakan matahari terbenam, intensitas cahaya ke panel surya kurang maksimal.

Adapun nilai rata-rata suhu yang dihasilkan setiap harinya adalah pada hari ke-1 sebesar 45,6 °C, hari ke-2 sebesar 42,8 °C, dan hari ke-3 43,4°C



Gambar.2 Grafik Perbandingan Waktu dan Suhu

Pengukuran Panel Surya terhadap Arus dan Tegangan

Pengukuran arus pada *solar charger controller* menggunakan tang ampere pada saat pengecasan baterai sedangkan pengukuran tegangan pada *solar charger controller* dilakukan dengan menggunakan avometer saat pengecasan baterai. Adapun hasil pengukuran panel surya terhadap arus dan tegangan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel2 Hasil Pengukuran Panel Surya Terhadap Arus dan Tegangan

No	Tanggal	Jam	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1	23/06/2022	07:00	13,3	5,4	71,8
2	23/06/2022	08:00	13,7	5,5	75,4
3	23/06/2022	09:00	13,5	5,6	75,6
4	23/06/2022	10:00	14,2	6	85,2
5	23/06/2022	11:00	13,5	5,5	74,3
6	23/06/2022	12:00	13,6	6,7	91,1
7	23/06/2022	13:00	14,2	8,2	116,4
8	23/06/2022	14:00	14,7	7,9	116,1
9	23/06/2022	15:00	13,7	5,8	79,5
10	23/06/2022	16:00	13,5	5,5	74,3
11	23/06/2022	17:00	12,8	5	64
Rata – rata per hari			13,7	6,1	84
12	24/06/2022	07:00	13	5	65
13	24/06/2022	08:00	13,9	5,5	76,5
14	24/06/2022	09:00	14	5,6	78,4
15	24/06/2022	10:00	14,2	6	85,2
16	24/06/2022	11:00	13,5	5,5	74,3
17	24/06/2022	12:00	13,7	5,7	78,1
18	24/06/2022	13:00	13,5	7,4	99,9
19	24/06/2022	14:00	14,3	8	114,4
20	24/06/2022	15:00	13,4	5,3	71,0
21	24/06/2022	16:00	12,8	5,3	67,8
22	24/06/2022	17:00	12,6	5	63,0
Rata– rata per hari			13,5	5,8	79,4
23	25/06/2022	07:00	13,3	5,5	73,2
24	25/06/2022	08:00	13,8	5,8	80,0
25	25/06/2022	09:00	13,5	5,9	79,7
26	25/06/2022	10:00	14,1	6,2	87,4
27	25/06/2022	11:00	13,4	5,7	76,4
28	25/06/2022	12:00	14,4	6,4	92,2
29	25/06/2022	13:00	14,3	7,6	108,7
30	25/06/2022	14:00	13,6	5,5	74,8
31	25/06/2022	15:00	12,8	5,2	66,6
32	25/06/2022	16:00	13	5,1	66,3
33	25/06/2022	17:00	12,9	5	64,5
Rata – rata per hari			13,6	5,8	79,1

Dari table diperoleh nilai rata-rata untuk tegangan yang dihasilkan pada hari ke-1 sebesar 13,7 volt, hari ke-2 sebesar 13,5 volt dan hari ke-3 13,6 volt. Demikian pula pada arus yang dihasilkan yaitu diperoleh nilai rata-rata arus pada hari ke-1 sebesar 6,1 ampere, hari ke-2 sebesar 5,8 ampere dan hari ke-3 sebesar 5,8 ampere. Dari tegangan dan arus yang diperoleh maka dapat kita hitung besarnya nilai rata-rata

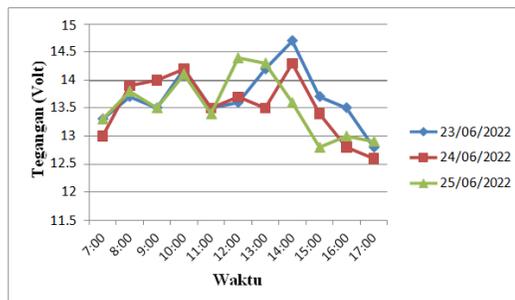
daya yang dihasilkan setiap harinya, yaitu pada hari ke-1 sebesar 84 watt, hari ke-2 sebesar 79,4 watt dan hari ke-3 sebesar 79,1 watt. Dengan demikian dapat kita ketahui bahwa nilai rata-rata tegangan, arus dan daya yang dihasilkan pada setiap harinya adalah relatif sama.

Proses pengolahan data dilakukan dari pagi sampai dengan sore hari. Yaitu Pengukuran dengan menggunakan multi meter untuk mengetahui keluaran panel surya yang berupa tegangan dan arus. selama tiga hari penelitian. dari Tabel 4.2.1 tentang perbandingan suhu dan waktu, bandingkan dengan Tabel 4.2.2 hasil pengukuran, bahwa suhu mempengaruhi tegangan dan arus pada panel surya. Tapi yang paling berpengaruh pada suhu panel surya berupa arus. Jika suhu di permukaan panel surya meningkat arus pada panel surya meningkat jika suhu pada panel surya menurun arus keluaran panel surya menurun juga, Berikut adalah cara mengetahui mendapatkan daya pada panel surya. Pada pukul 07.00 tegangan 13,3 volt dan arusnya 5,4 ampere, maka untuk memerlukan daya listrik bisa dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P = V.I$$

$$P = 13,3 \text{ volt} \times 5,4 \text{ ampere}$$

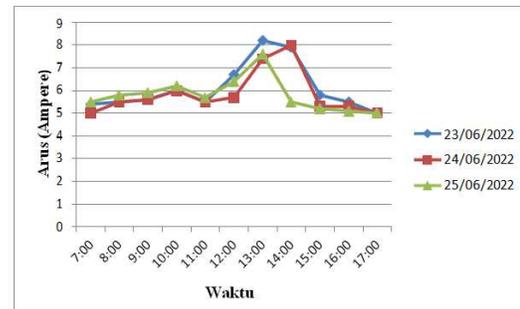
$$= 71,8 \text{ watt}$$



Gambar 3 Grafik pengukuran tegangan di system

Sedangkan Gambar di atas, grafiknya memperlihatkan data tegangan yang dihasilkan oleh sel surya dibandingkan dengan waktu, dari data yang terlihat bahwa nilai pada tanggal 23 dan 24 Juni

2022 keadaan normal tidak mengalami penurunan drastis pada keluaran panel surya, dibandingkan pada tanggal 25 Juni 2022 dari jam 12.00 – 13.00 mengalami kenaikan, namun pada jam 14.00 mengalami penurunan drastis. Suhu tertinggi pada jam 12.00 dan menurun pada jam selanjutnya



Gambar 4 Grafik Pengukuran Perbandingan Waktu dengan Arus

Pada Gambar diatas, memperlihatkan grafik perbandingan arus dengan waktu dan pada Tabel 4.2.1 perbandingan suhu dengan waktu, bahwa naik atau turunnya suhu pada panel surya berpengaruh besar pada arus. dari Gambar 4.3 dan Tabel 4.2.1 selama tiga hari penelitian suhu menurun pada pagi hari arus ikut menurun dan meningkat pada siang hari arus ikut meningkat ketika suhu menurun kembali.

Perhitungan lama pengisian baterai menggunakan panel surya, Daya yang dikeluarkan oleh panel surya maksimum dengan besaran *wattpeak (wp)*, seberapa besar intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan panel. Dimana panel surya pada penelitian ini berkapasitas 400 Wp kemudian dilihat dari nilai rata-rata perhari keadaan cuaca di Jl. AW.Syahrani Kel. Gunung Kelua Samarinda disinari matahari dengan tertinggi pada jam 12.00 sampai 14.00 WITA dengan daya 923,6 watt. Daya sebesar ini akan men-suplly ke batrai dengan tegangan 12 volt dan arus 45 ampere.

Adapun rumus untuk mengetahui daya pada baterai adalah volt baterai x kapasitas baterai.

Daya pada mobil listrik = 12 volt x 45 ampere = 540 watt

Jadi untuk menjalankan sebuah mobil listrik kita memerlukan tegangan 12 volt, arus 45 ampere dan daya sebesar kurang lebih 540 watt. Untuk mengetahui energi yang diserap oleh baterai dari panel surya kita ambil dari table 4.2.2 pada tanggal 23 Juni 2022 dengan menjumlahkan seluruh energi yang diserap oleh baterai sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total energy} &= \sum(V \times I) \\ &= 71,8 \text{ wh} + 75,4 \text{ wh} + 75,6 \text{ wh} + \\ &85,2 \text{ wh} + 74,3 \text{ wh} + 91,1 \text{ wh} + 116,4 \\ &\text{wh} + 116,1 \text{ wh} + 79,5 \text{ wh} + 74,3 \text{ wh} + \\ &64 \text{ wh} = 923,6 \text{ wh} \end{aligned}$$

Jadi total energi yang diserap baterai dari panel surya adalah 923,6 wh.

Sedangkan untuk mengetahui lama waktu pengisian baterai, dapat dihitung dengan rumusnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W &= P \cdot t \\ t &= W/P \\ t &= 923,6 \text{ wh} / 540 \text{ watt} \\ &= 1,7 \text{ jam} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka lama pengisian baterai 12 volt 45 Ah menggunakan panel surya 400wp selama 1,7 jam

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian, hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi cuaca di Kota Samarinda, khususnya di Jl. A.W. Syahrani Kel. Gunung Kelua cenderung tidak menentu, sehingga intensitas cahaya ke panel surya kurang maksimal dan hanya maksimal didapatkan di waktu tertentu, oleh

karena itu peneliti hanya melakukan pengambilan data selama 4-8 jam dalam sehari.

2. Untuk mengisi baterai 12 volt 45 Ah diperlukan waktu kurang lebih 1,7jam dengan menggunakan panel surya 400 wp
3. Cara kerja panel surya pada mobil listrik, cahaya dari matahari diserap oleh panel surya dan menjadi energi listrik. energi listrik yang dihasilkan panel surya dapat mengisi baterai pada mobil listrik. Untuk mengetahui keluaran panel surya, waktu, cuaca dan lingkungan sekitar sangat mempengaruhi naik turunnya nilai tegangan dan arus yang dihasilkan. Waktu yang paling efektif pada proses pengisian baterai adalah antara pukul 09.00 s/d 16.00 Wita. Arus pengisian maksimum dicapai pada pukul 12.00 s/d 14.00 Wita dengan kondisi cuaca cerah

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Andri., Z. 2009. Prototipe Listrik Dengan Menggunakan Motor DC magnet Permanen 0,37 HP.
- Bambang Hari Purwoto.(2018). Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. Surakarta.
- E Sri Yurmiati. (2014). Politeknik Negeri Sriwijaya. Mengubah Cahaya Menjadi Listrik. Palembang.
- Green MA., Emery K, King DL, Hisikawa Y, Warta W, 2006. Solar Cell Efficiency Tables (Version 27), Progress Photovoltaics : Research and Applications, 2006; 14:45-51
- Helmi, M., 2009. Pemanfaatan Energi Matahasi Menggunakan Solar Cell Sebagai Energi Alternatif untuk

- Menggerakkan Konveyor. Tugas Akhir.Politeknik. www.solardaya.com diakses pada tanggal 15 Maret 2022.
- Purwadi., A. 20014. Penelitian dan Pengembangan Mobil Listrik Nasional.
- Putra, Aan Surya. Penerapan Metode Pembelajaran Example Non Example Pada Mata Pelajaran Pekerjaan Mekanik Dasar Kelistrikan Kelas X Di SMK Negeri 2 Yogyakarta. Skripsi, tidak dipublikasikan. Universitas Negeri Yogyakarta, 2012.
- Muhamad Anugrah, Anugrah. "Rancang bangun mobil listrik bertenaga panel surya." Rancang bangun mobil listrik bertenaga panel surya (2020)
- Mutaqien., Idzani., 2012 rancang bangun hybrid turbin angin dan panel surya
- Rochman, S., & Sembodo, B. P. (2014). Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian Aki Untuk Mobil Listrik Menggunakan Energi Sel Surya Dengan Metode Sequensial. WAKTU, 12(2), 61-66.
- Syahyuniar, R. (2016). Pengaplikasian Panel Surya Pada Mobil Listrik. Jurnal Elemen Volume 3 No.1. Desember 2016.