

PERANCANGAN CHARGING BATERAI PADA SEPEDA LISTRIK FAKULTAS TEKNIK MENGUNAKAN TENAGA SURYA

Anton Viantika¹⁾, Joyanri Simamora²⁾

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan Batam

Email : anton@ft.unrika.ac.id , joyanrisimamora@yahoo.com

ABSTRAK

Matahari adalah sumber energi terbesar di bumi. Sehingga banyak dimanfaatkan sebagai energi alternatif karena energi dari matahari tidak akan pernah habis. Panas matahari bisa dimanfaatkan untuk energi alternatif, seperti menggunakan panel surya sebagai pengubah energi matahari menjadi energi listrik. Perkembangan ini salah satunya bisa diwujudkan dalam bidang transportasi seperti sepeda listrik. Sepeda listrik adalah sebuah alat transportasi yang ramah lingkungan, didesain untuk mengurangi emisi dari kendaraan bahan bakar minyak dan hemat listrik serta dapat digunakan untuk sarana rekreasi, fitness dan olahraga lainnya. Daya motor penggerak pada Sepeda Listrik ini sebesar 100 Watt, dengan tegangan kerja 24 Volt. Baterai yang terpasang adalah 2 x 12 V 36 AH dan menggunakan *charger* dengan kapasitas 10A pada mode 24 Volt. Kemudian performa Sepeda Listrik ini ditambah dengan *solar panel* (100Wp) yang dipasang di tutup atas kendaraan juga akan dilakukan penambahan *charger portable* guna lebih mengefektifkan pengoperasian Sepeda Listrik, salah satunya dengan sistem pengisian baterai menggunakan *inverter*.

Kata kunci: Sepeda listrik, *solar cell*, baterai, *charger portable*, *inverter*

ABSTRACT

The sun is the largest source of energy on earth. So it is widely used as alternative energy because energy from the sun will never run out. Solar heat can be used for alternative energy, such as using solar panels to convert solar energy into electrical energy. One of these developments can be realized in the field of transportation such as electric bicycles. The electric bicycle is an environmentally friendly means of transportation, designed to reduce emissions from fuel-fueled vehicles and save electricity and can be used for recreation, fitness and other sports. The power of the driving motor on this electric bicycle is 100 watts, with a working voltage of 24 volts. The installed battery is 2 x 12 V 36 AH and uses a charger with a capacity of 10A in 24 Volt mode. Then the performance of this electric bicycle is coupled with a solar panel (100Wp) which is installed on the top cover of the vehicle, and a portable charger will also be added to make the operation of the electric bicycle more effective, one of which is a battery charging system using an inverter.

Keyword: Electric bicycles, solar cell, batere, charger portable, inverter

1. PENDAHULUAN

Sepeda listrik adalah sebuah alat transportasi yang ramah lingkungan, didesain untuk mengurangi emisi dari kendaraan bahan bakar minyak dan hemat listrik serta dapat digunakan untuk sarana rekreasi, fitness dan olahraga lainnya. Daya motor penggerak pada Sepeda Listrik ini sebesar 100 Watt, dengan tegangan kerja 24 Volt. Baterai yang terpasang adalah 2 x 12 V 36 AH. Dengan *charger* yang banyak dijual di pasaran dengan kapasitas arus sampai dengan 10A pada mode 24 Volt, baterai akan terisi penuh membutuhkan waktu kurang lebih 5 jam. Kemudian performa sepeda listrik ini ditambah dengan *solar panel* (100Wp) yang dipasang ditutup atas kendaraan. *Solar panel* ini digunakan untuk *mencharge* baterai 24 volt jika dioperasikan pada siang hari. Diharapkan dengan tambahan sistem *solar panel* ini dapat meningkatkan performa secara umum dari Sepeda Listrik.

Solar panel yang telah terpasang pada sistem penyedia energi listrik Sepeda Listrik masih belum optimal. Saat ini kemampuan pengisian baterai sampai penuh memerlukan waktu yang cukup lama yaitu sampai 30 jam. Hal ini menjadi kendala untuk lebih mengefektifkan pemanfaatan energi surya sebagai bahan dasar penyediaan energi penggerak. Untuk itu perlu dilakukan penambahan *charger portable* guna lebih mengefektifkan pengoperasian sepeda listrik, salah satunya dengan sistem pengisian baterai menggunakan *inverter*.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

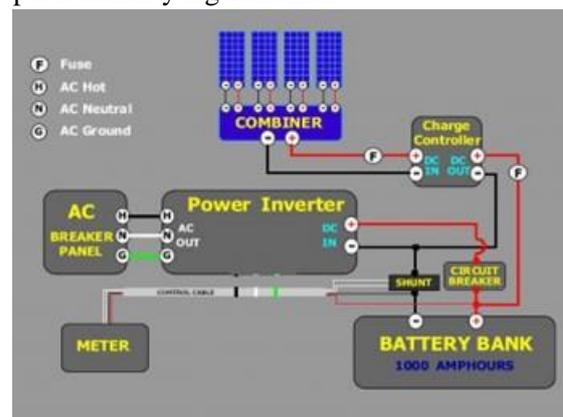
Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkitan listrik bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan fotovoltaik dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Fotovoltaik mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek

fotoelektrik. Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor. [1]

PLTS adalah salah satu pembangkit listrik yang sangat sederhana dan mudah dipasang di rumah, sehingga PLTS merupakan salah satu sarana untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik yang sangat ramah lingkungan karena memanfaatkan sinar matahari.

2.2. Prinsip Kerja PLTS

Pada siang hari modul surya menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses *photovoltaic*. Listrik yang dihasilkan oleh modul dapat langsung disalurkan ke beban ataupun disimpan didalam baterai sebelum digunakan ke beban: lampu, radio, dan lain-lain. Pada malam hari, dimana modul surya tidak menghasilkan listrik, beban sepenuhnya dicatu oleh baterai. Demikian pula apabila hari mendung, dimana modul surya menghasilkan listrik lebih rendah dibandingkan pada saat matahari benderang. Modul surya dengan kapasitas tertentu dapat menghasilkan jumlah listrik yang berbeda-beda apabila ditempatkan pada daerah yang berlainan..



Gambar 2.1 Diagram Pembangkit Listrik Tenaga Surya

2.3. Komponen PLTS

A. Sel Surya (Solar Cell)

Sel surya atau sel fotovoltaik adalah alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Dibuat pertama kali pada tahun 1883 oleh Charles Fritts. [1]

Sel surya pada dasarnya adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya merupakan suatu pn *junction* dari silikon kristal tunggal. Dengan menggunakan *photo-electric* efek dari bahan semikonduktor, sel surya dapat langsung mengkonversi sinar matahari menjadi listrik searah (dc). *Solar cells* panel mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik. *Solar cells* panel menghasilkan arus yang digunakan untuk mengisi baterai. *Solar cells* panel terdiri dari *photovoltaic*, yang menghasilkan listrik dari intensitas cahaya, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, mendung) arus listrik yang dihasilkan juga akan berkurang.

Banyaknya Energi yang dapat dirubah dari cahaya matahari menjadi energy listrik sangat tergantung dengan banyaknya cahaya matahari yg didapatkan/ditampung oleh *solar cell*, dengan menambah *solar cells* panel (memperluas) berarti menambah konversi tenaga surya. Umumnya *solar cells* panel dengan ukuran tertentu memberikan hasil tertentu pula. Contohnya ukuran a cm x b cm menghasilkan listrik DC (Direct Current) sebesar x Watt/jam.



Gambar 2.2 Panel Surya

B. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur banyak sedikitnya arus searah yang masuk ke baterai dan juga mengambil arus dari baterai ke beban. Selain itu, *Solar Charge Controller* juga berfungsi mencegah baterai dari overcharge dan kelebihan tegangan dari modul surya.

Kelebihan voltase pada baterai akan mengurangi umur baterai. Charge *controller* menerapkan teknologi pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Modul surya 12 volt umumnya memiliki tegangan output 16–21 volt. Jadi, tanpa *solar charge controller*, baterai akan rusak oleh *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14–14.7 Volt



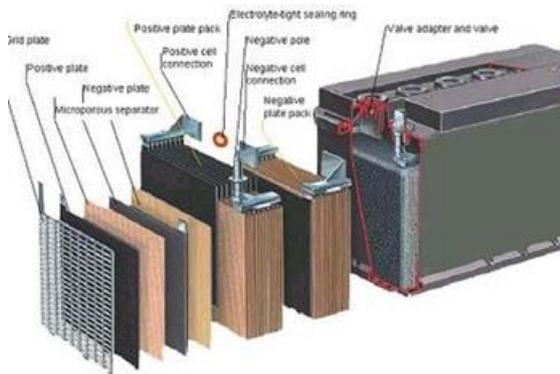
Gambar 2.3 Solar Charge Controller

C. Baterai

Baterai adalah alat penyimpan tenaga listrik arus searah (DC). Ada beberapa jenis baterai / aki di pasaran yaitu jenis aki basah/konvensional, hybrid dan MF (Maintenance Free).

Aki basah/konvensional berarti masih menggunakan asam sulfat (H₂SO₄) dalam bentuk cair. Sedangkan aki MF sering disebut juga aki kering karena asam sulfatnya sudah dalam bentuk *gel*/selai. Dalam hal mempertimbangkan posisi peletakkannya maka aki kering tidak mempunyai kendala, lain halnya dengan aki basah.

Secara garis besar, baterai dibedakan berdasarkan aplikasi dan konstruksinya. Berdasarkan aplikasi maka baterai dibedakan untuk automotif, marine dan deep cycle. Deep cycle itu meliputi baterai yang biasa digunakan untuk PV (Photo Voltaic) dan back up power. Sedangkan secara konstruksi maka baterai dibedakan menjadi tipe basah, gel dan AGM (Absorbed Glass Mat). Baterai jenis AGM biasanya juga dikenal dgn VRLA (Valve Regulated Lead Acid)



Gambar 2.4 Konstruksi Baterai

D. Inverter

Salah satu warisan Tesla (dan mitra bisnisnya George Westinghouse, bos Perusahaan Listrik Westinghouse) adalah bahwa sebagian besar peralatan yang kita miliki di rumah kita dirancang khusus untuk dijalankan dari daya AC. Pengertian Inverter Jenis dan Prinsip Kerjanya, Peralatan yang membutuhkan DC tetapi harus mengambil daya dari outlet AC membutuhkan peralatan tambahan yang disebut penyearah, biasanya dibangun dari komponen elektronik yang disebut dioda, untuk mengkonversi dari AC ke DC. Inverter melakukan pekerjaan yang berlawanan dan cukup mudah untuk memahami esensi dari cara kerjanya.[5]

Inverter adalah perangkat yang daya yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) pada tegangan yang lebih tinggi. Ini berarti bahwa kebanyakan *inverter* dipasang dan digunakan bersama dengan *bank* baterai atau sejenisnya. Baterai

siklus dalam adalah jantung dari sistem kelistrikan bertenaga *inverter* off-grid, menyimpan daya untuk digunakan sesuai permintaan.



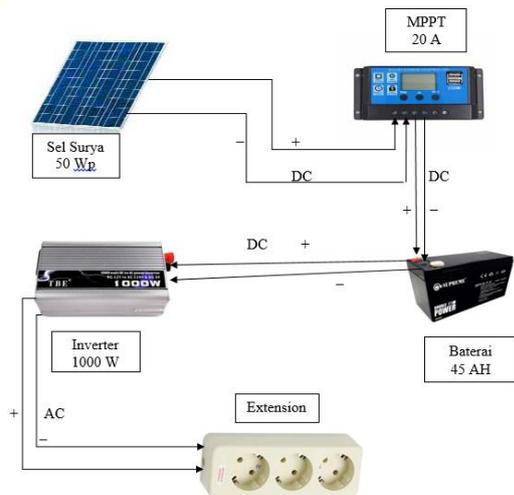
Gambar 2.5 Power Inverter

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahap penelitian ini metode penelitian terdiri dari perancangan alat dan metode pengujian.

3.1. Perancangan Alat

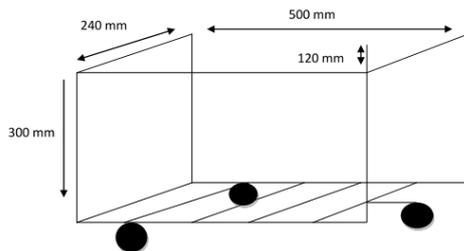
Perancangan sistem tenaga surya memiliki urutan tertentu, dimulai dari identifikasi kebutuhan beban listrik. Dari identifikasi tersebut dapat dihitung energi yang dibutuhkan berikut profil atau kurvanya. Perhitungan selanjutnya adalah kapasitas baterai hingga pemilihannya. Lokasi sistem tenaga surya tersebut amat menentukan karena sumber tenaga berasal dari radiasi matahari yang mana antara satu lokasi dengan lokasi lainnya berbeda. Begitu pula dengan temperatur lokasi tersebut yang mempengaruhi sel surya dan baterai. Apabila beban adalah beban AC atau beban dengan arus bolak balik, maka diperlukan perhitungan kapasitas *inverter*. Hasil keseluruhannya akan dicek dengan cara literasi



Gambar 3.1. Sketsa perancangan *Charger* Baterai

3.2. Perancangan Tempat Sel Surya.

Perancangan mekanik tempat sel surya ini terbuat dari bahan *hollow* yang tujuannya untuk tempat dudukan alat *charging* battery seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.2 Tempat dudukan sel surya.

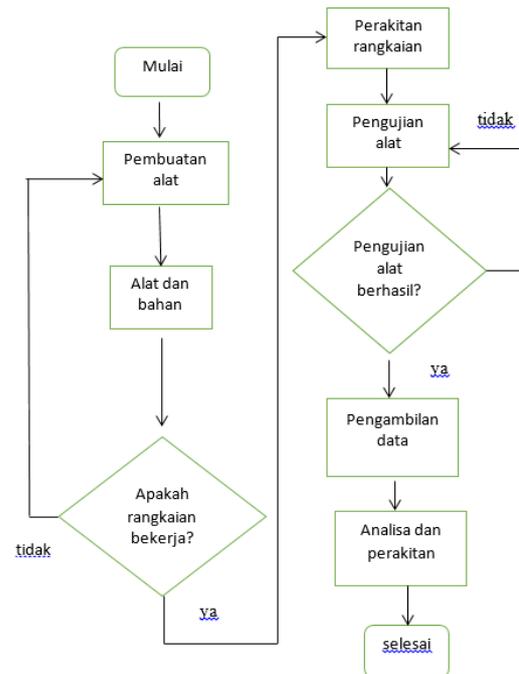
3.3. Pengujian Alat dan Analisa.

Pengujian alat dilakukan setelah rangkaian selesai dirakit, dan pengujian dilakukan dengan menyalakan lampu ataupun kipas angin. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat berfungsi dengan baik. Kemudian pengujian keseluruhan alat bertujuan memeriksa keterpaduan alat yang telah dirancang.

Pengambilan data dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus disetiap komponen alat *charging* baterai sepeda listrik menggunakan tenaga surya. Hasil data yang diperoleh digunakan untuk seberapa lama pengisian baterai. Pengambilan data dilakukan mulai dari pukul 07.00 sampai pada pukul 17.00 WIB. Acuan pengambilan data

dilakukan berdasarkan selang waktu 30 menit/data.

Setelah pengujian alat selesai dilakukan analisa terhadap alat *charging* baterai pada sepeda listrik menggunakan tenaga surya. Hasil analisa yang didapat lalu ditulis dalam bentuk laporan akhir. Adapun diagram alir pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Diagram Perancangan *Charging* Baterai Pada Sepeda Listrik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan *Hardware*

Perancangan hardware merupakan perancangan perangkat keras yang akan mendukung sistem kerja dari perancangan alat. Perancangan *hardware* dilakukan dengan mengikuti sketsa yang telah disusun seperti pada gambar 3.1, kemudian rangkaian tersebut disusun sedemikian rupa pada dudukan sel surya yang telah di buat berdasarkan gambar 3.2, sehingga menghasilkan *movable charging solar cell* sebagai berikut:



Gbr 4.1.a Tampak Depan **Gbr 4.2.b** Tampak Belakang



Gambar 4.4 Pengukuran pada *solar charger controller*

4.2. Pengujian Alat.

Pengujian alat *charging* baterai menggunakan tenaga surya dimulai pada proses pengukuran tahap pertama, tahap kedua dan selanjutnya yang berselang waktu 30 menit, yang akan di ukur pada pengujian ini adalah tegangan dan arus pada saat bekerja. Cara mengukur tegangan pada *solar panel*, *solar charger controller*, dan baterai adalah seperti gambar di bawah ini.

Berdasarkan pengukuran pada gambar diatas diperoleh data sebagai berikut:

1. Pengukuran *Solar Cell* (PV)

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran *Solar Cell*

NO	JAM	KONDISI	TEGANGAN PV (V)	ARUS PV (A)	DAYA (W)
1	7:00	CERAH	12.66	1.60	20.25
2	7:30	CERAH	12.80	1.70	21.76
3	8:00	CERAH	13.75	1.87	25.71
4	8:30	CERAH	13.85	1.89	26.17
5	9:00	MENDUNG	12.03	0.77	9.26
6	9:30	MENDUNG	21.70	1.13	24.52
7	10:00	CERAH	22.20	2.50	55.50
8	10:30	CERAH	21.50	2.90	62.35
9	11:00	MENDUNG	22.00	2.70	59.40
10	11:30	CERAH	21.80	2.60	56.60
11	12:00	CERAH	20.70	1.15	23.80
12	12:30	CERAH	13.60	1.75	23.80
13	13:00	MENDUNG	11.40	0.67	7.63
14	13:30	MENDUNG	12.10	0.70	8.47
15	14:00	MENDUNG	12.05	0.68	8.19
16	14:30	CERAH	12.78	0.91	11.62
17	15:00	MENDUNG	12.12	0.72	8.72
18	15:30	MENDUNG	11.60	0.50	5.80
19	16:00	MENDUNG	11.40	0.40	4.56
20	16:30	MENDUNG	11.20	0.30	3.36
21	17:00	MENDUNG	10.80	0.25	2.70
RATA-RATA			14.95	1.31	22.38



Gambar 4.2 Pengukuran *Solar Panel*



Gambar 4.3 Pengukuran pada baterai

Berdasarkan tabel pengukuran *solar cell* (PV) diatas, dapat disimpulkan bahwa tegangan dan arus pada *solar cell* tergantung kondisi cuaca. Semakin cerah cuaca maka semakin besar pula tegangan dan arus yang dihasilkan oleh *solar cell*. Begitu juga sebaliknya, ketika cuaca mendung maka tegangan dan arus yang dihasilkan pun akan semakin kecil.

2. Pengukuran Solar Charger Controller

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Solar Charger Controller

NO	JAM	KONDISI	TEGANGAN SCC (V)	ARUS SCC (A)	DAYA (W)
1	7:00	CERAH	12.40	1.80	22.32
2	7:30	CERAH	12.55	1.85	23.22
3	8:00	CERAH	13.20	1.86	24.55
4	8:30	CERAH	13.43	1.88	25.25
5	9:00	MENDUNG	12.10	0.90	10.89
6	9:30	MENDUNG	12.12	0.64	7.76
7	10:00	CERAH	12.20	1.02	12.44
8	10:30	CERAH	13.20	1.90	25.08
9	11:00	MENDUNG	12.44	0.90	11.20
10	11:30	CERAH	13.20	1.20	15.84
11	12:00	CERAH	13.60	2.10	28.56
12	12:30	CERAH	13.50	0.95	12.83
13	13:00	MENDUNG	12.30	0.70	8.61
14	13:30	MENDUNG	12.30	0.48	5.94
15	14:00	MENDUNG	12.70	0.60	7.62
16	14:30	CERAH	12.78	0.92	11.76
17	15:00	MENDUNG	12.10	0.57	6.90
18	15:30	MENDUNG	12.15	0.52	6.32
19	16:00	MENDUNG	12.05	0.40	4.82
20	16:30	MENDUNG	12.10	0.40	4.84
21	17:00	MENDUNG	12.12	0.30	3.64
RATA-RATA			12.60	1.04	13.35

3. Pengukuran Baterai

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Baterai

NO	JAM	KONDISI	TEGANGAN SCC (V)	ARUS SCC (A)	DAYA (W)
1	7:00	CERAH	12.40	8.00	99.20
2	7:30	CERAH	12.55	8.40	105.42
3	8:00	CERAH	13.20	8.60	113.52
4	8:30	CERAH	13.43	8.70	116.84
5	9:00	MENDUNG	12.10	9.00	108.90
6	9:30	MENDUNG	12.12	8.00	96.96
7	10:00	CERAH	12.20	8.20	100.04
8	10:30	CERAH	13.20	8.30	109.56
9	11:00	MENDUNG	12.44	7.50	93.30
10	11:30	CERAH	13.20	7.80	102.96
11	12:00	CERAH	13.60	8.40	114.24
12	12:30	CERAH	13.50	9.00	121.50
13	13:00	MENDUNG	12.30	7.40	91.02
14	13:30	MENDUNG	12.70	7.80	99.06
15	14:00	CERAH	12.78	8.00	102.24
16	14:30	MENDUNG	12.10	7.60	91.96
17	15:00	MENDUNG	12.10	7.40	89.54
18	15:30	MENDUNG	12.15	7.20	87.48
19	16:00	MENDUNG	12.05	7.00	84.35
20	16:30	MENDUNG	12.10	7.00	84.70
21	17:00	MENDUNG	12.12	7.00	84.84
RATA-RATA			12.59	7.92	99.61

Tabel diatas menunjukkan proses pengisian baterai 12 Volt 45 Ah yang akan digunakan sebagai baterai antara yang diisi menggunakan solar panel 50 wp memiliki proses pengisian selama 10 jam dengan rentang arus pengisian

antara 0,25 sampai 2,13 Ampere pada kondisi cerah dan mendung.

4. Pengukuran Inverter

Tabel 4.2. Hasil pengukuran inverter pada sepeda listrik dengan beban 100W

No	Baterai (v)	Input Inverter (i)	Output inverter tanpa beban (v)	Tegangan Dengan Beban (v)	Daya (p)	Efisiensi inverter (%)
1	12.00	0.60	220.00	212.50	100.00	96.6%
2	11.30	0.60	215.00	207.00	100.00	96.2%
3	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0%

Perhitungan Teknis: Rumus perhitungan lama ketahanan pada baterai:

$$P = V \times I$$

Dengan : V = Tegangan

I = Arus

P = Daya

Perhitungan lama ketahanan baterai terhadap inverter baterai bukan di tentukan dari tipe watt inverter, karena tipe watt inverter berfungsi untuk watt listrik yang ingin di back up. Lama ketahanan ditentukan oleh ampere pada baterai dan beban yang di gunakan.

Dari tabel 4.4 maka dapat dihitung lama ketahanan baterai dengan tegangan, arus dan beban seperti pada tabel 4.4

Data dari tabel 4.4 :

1. $12 \text{ V} \times 45 \text{ Ah} = 540 \text{ W} : 100 \text{ W} = 5,4 \text{ jam}$ (324 menit)

2. $11,5 \text{ V} \times 42 \text{ Ah} = 483 \text{ W} : 100 \text{ W} = 4,83 \text{ jam}$ (289,8 menit)

3. 11 V (Inverter tidak bekerja)

Untuk mengetahui total energi yang diserap oleh baterai dari sel surya kita ambil dari data tabel 4.1 dengan daya yang dikeluarkan oleh panel surya maksimum dinyatakan dengan besaran wattpeak (Wp). Panel surya dalam penelitian ini berkapasitas 50 Wp maka dapat dihitung dengan menjumlahkan seluruh energi yang diserap oleh baterai sebagai berikut:

$$\text{Total Energi} = \Sigma (P) =$$

$$\begin{aligned}
 & (12,66 \times 1,60) + (12,80 \times 1,70) + (13,75 \times 1,87) + (13,85 \times 1,89) + (12,03 \times 0,77) + (21,7 \times 1,13) + (22,2 \times 2,5) + (21,5 \times 2,9) + (22 \times 2,7) + (21,8 \times 2,6) + (20,7 \times 1,15) + (13,60 \times 1,75) + (11,40 \times 0,67) + (12,10 \times 0,70) + (12,05 \times 0,68) + (12,78 \times 0,91) + (12,12 \times 0,72) + (11,60 \times 0,50) + (11,40 \times 0,40) + (11,20 \times 0,30) + (10,80 \times 0,25) \\
 & = \\
 & 20,25 + 21,76 + 25,71 + 26,17 + 9,26 + 24,5 + 55,5 + 62,35 + 59,4 + 56,6 + 23,8 + 23,80 + 7,63 + 8,47 + 8,19 + 11,62 + 8,72 + 5,80 + 4,56 + 3,36 + 2,95 \\
 & = 470,17 \text{ w}
 \end{aligned}$$

Energi rata-rata yang dihasilkan panel surya perjamnya adalah:

$$470,17 \text{ w} : 10 \text{ h} = 47,01 \text{ w/h}$$

Untuk mengetahui lama waktu pengisian baterai yang sudah habis ditentukan oleh berapa besar kapasitas pada baterai dan berapa besarnya arus pada modul sel surya yang digunakan, kapasitas aki 12 volt 45 Ah dan arus pada modul surya sebesar 3,05 A. Maka penghitungannya adalah 45 Ah dibagi 3,05 Ampere sama dengan 14,75 jam atau 885 menit.

Jadi lama pengisian baterai adalah 885 menit dengan tegangan pada sel surya tidak kurang dari 12 volt.

Pada sepeda listrik fakultas tehnik terdapat baterai 36 volt 24 Ah. Jadi daya tahan *charger* baterai ini adalah:

$$\frac{12 \text{ v} \times 45 \text{ ah}}{36 \text{ v} \times 24 \text{ ah}} = \frac{540}{864} = 0,625 \text{ jam}$$

(37,5 menit).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan melalui pembahasan dan pengujian alat pada tugas akhir ini adalah

1. Merancang *charging* baterai pada sepeda listrik dapat dilakukan dengan menggunakan *solar cell*, *solar charger controller*, baterai dan *inverter*.

2. Energi yang dihasilkan panel surya adalah 3,05 A. Maka untuk mengisi baterai 12 V 45 AH diperlukan waktu: $\frac{45 \text{ Ah}}{3,05 \text{ A}} = 14,75 \text{ jam}$ atau 885 menit.
3. Pada sepeda listrik fakultas tehnik terdapat baterai 36 volt 24 Ah Jadi daya tahan *charger* baterai ini adalah $\frac{12 \text{ v} \times 45 \text{ ah}}{36 \text{ v} \times 24 \text{ ah}} = \frac{540}{864} = 0,625 \text{ jam}$ (37,5 menit).

5.2. Saran

Alat *charging* baterai menggunakan tenaga surya masih dalam proses pengembangan lagi untuk kedepannya dan meningkatkan kinerja perancangan yang di buat, ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk mengembangkan sistem menjadi lebih baik.

Alat ini masih perlu dikembangkan dengan menggunakan *control* otomatis bila baterai telah terisi penuh dan masih perlu pengamanan bila terkena air (hujan).

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anonim. 2016. Panel Surya. <http://www.panelsurya.com/> Diakses tanggal 16 Juni 2019 10:28 WIB.
- [2]. Djoko Achyanto Ir. M.Sc. EE, “Mesin – mesin Listrik Edisi Keempat”, Erlangga, 1992.
- [3]. Dr. Yuni Rahmawati S.T.,M.T dan Sujito S.T.,M.T.,Ph.D. 2019. Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Malang
- [4]. Dugan, Roger.C and McGranaghan, Mark F. 2003. Electrical Power Systems Quality. New York : McGraw-Hill
- [5]. Hidayat, A.F. 2020, “Pengertian Inverter Jenis dan Prinsip Kerjanya”, <https://www.edukasikini.com/2020/03/pengertian-inverter-jenis-dan-prinsip.html>, Diakses tanggal 15 Agustus 2020 08:08 WIB.
- [6]. Muhammad Firman, M. Hasbil dan Harizal Latif, 2016. Rancang Bangun Sepeda Listrik dengan Tenaga Surya



- Sebagai Kendaraan Alternatif dan Ramah Lingkungan untuk Masyarakat, Al Ulum Sains dan Teknologi Vol.1 No.2 Mei 2016.
- [7]. Pamor Gunoto dkk. 2020, Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp Untuk Penerangan Lampu di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan, Jurnal Sigma Teknika, Vol. 3 No. 2, November 2020, p. 96-106
- [8]. William D. Stevenson Jr, Kamal Idris. 1994. Analisis Sistem Tenaga Listrik, Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga