



Implementasi *Solar Charge Controller* Untuk Pengisian Baterai Dengan Menggunakan Sumber Energi *Hybrid* Pada Sepeda Motor Listrik

Bartsa Dilla¹, Brainvendra Widi², Sinka Wilyanti³, Ariep Jaenul⁴, Zakia Maulida Antono⁵, Agung Pangestu⁶

^{1,3,4,5,6} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Global Jakarta, Depok, Indonesia. ² Program Studi Teknik Industri, Universitas Global Jakarta, Depok, Indonesia

¹bartasadillawikrahmah@gmail.com*, ²brainvendra@jgu.ac.id, ³sinka@jgu.ac.id, ⁴ariep@jgu.ac.id, ⁵zakia@jgu.ac.id, ⁶agungp@jgu.ac.id

*corresponding author

ABSTRACT

Human life is highly dependent on the availability of fossil energy. Meanwhile the sun is the main energy source that emits energy on the earth's surface which is utilized by using solar cells. The problem in this research is how to design an electric motorcycle that uses a system of two energy sources, namely PLN electrical energy and solar energy. The goal is to be able to design an electric motorcycle that uses a system of two energy sources, namely PLN electrical energy and solar energy. The research method used is an experimental type of quantitative approach. Data collection is done by using observation techniques. The test results show the average voltage of a solar cell with an open circuit is 22.03 V. Meanwhile, the battery charge test with PLN energy produces an average output power of 67.57 W. The output power of the solar cell for charging the battery in a static motorcycle condition is 43.19 W on average. and under dynamic conditions the average output power is only 23.98 W.

ABSTRAK

Kehidupan manusia sangat tergantung pada ketersediaan energi fosil. Sementara itu matahari merupakan sumber energi utama yang memancarkan energi pada permukaan bumi yang dimanfaatkan dengan menggunakan *solar cell*. Masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana perancangan sepeda motor listrik yang menggunakan sistem dua sumber energi yaitu energi listrik PLN dan energi surya. Tujuannya agar dapat merancang sepeda motor listrik yang menggunakan sistem dua sumber energi yaitu energi listrik PLN dan energi surya. Metode penelitian yang digunakan dengan pendekatan kuantitatif jenis eksperimen. Pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan teknik observasi. Hasil pengujian menunjukkan tegangan rata-rata *solar cell* dengan *open circuit* sebesar 22.03 V. Sementara itu pengujian *charge* baterai dengan energi PLN menghasilkan daya keluaran rata-rata 67.57 W. Daya keluaran *solar cell* untuk *charge* baterai kondisi sepeda motor statis rata-rata sebesar 43.19 W dan dalam kondisi dinamis daya keluarannya rata-rata hanya 23.98 W.

Article Info

Article history

Received:
August 22nd, 2022

Revised:
September 25th, 2022

Accepted:
November. 26th, 2022

Keywords

MPPT,
Sel Surya,
Energi Hybrid,
Sepeda Motor Listrik,
Solar Charge
Controller.

PENDAHULUAN

Energi merupakan komponen penting yang tidak dapat dilepaskan dalam kelangsungan hidup manusia. Hampir semua aktivitas kehidupan manusia sangat tergantung pada ketersediaan energi terutama sumber energi fosil. Dari survey *California Of University* menunjukkan, bahwa penggunaan bahan bakar fosil seperti premium, pertamax dan solar sudah mencapai 3 juta kubik per tahun dengan persentase peningkatan hampir mencapai 20% (Kuswardana, 2016). Sementara itu matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Kurang dari 30 % energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23% digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, sebagian kecil 0,25% ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil 0,025 % disimpan melalui proses fotosintesis di dalam tumbuh-tumbuhan (Putri et al., 2019)

Dalam memanfaatkan energi matahari adalah dengan menggunakan *solar cell*, namun *solar cell* dalam pengaplikasiannya secara konvensional memiliki banyak kekurangan yaitu efisiensi keluarannya yang rendah. Hal ini terjadi karena adanya faktor yang mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya, di mana kondisi intensitas cahaya matahari yang selalu berubah-ubah. Sehingga hal ini menyebabkan daya keluaran yang di gunakan tidak maksimal. Oleh karena itu diperlukannya sistem yang dapat memaksimalkan daya keluaran dari panel surya tersebut. Sementara itu sepeda motor listrik pada umumnya yaitu menggunakan sistem *charger* yang energinya berasal dari listrik PLN. Pemanfaatan energi tersebut tidak bisa maksimal apabila pada sepeda motor sedang dalam posisi digunakan, maka pada baterai tidak bisa dilakukan pengisian dan hanya bisa mengisi baterai apabila terdapat Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU). Untuk itu agar dapat memaksimalkan pengisian maka sumber energi yang digunakan yaitu menggunakan energi *hybrid*. Berdasarkan sebagaimana yang sudah dikemukakan di atas, maka diperlukannya upaya untuk menerapkan sistem *control charger* baterai yang

penggunaannya dapat memaksimalkan daya keluaran dan memaksimalkan pengisian baterai terhadap energi yang dihasilkan oleh matahari dan energi listrik PLN.

Jadi pada penelitian yang dilakukan yaitu dengan membuat rancangan dan juga membuat alat pengisian baterai yang menggunakan metode MPPT yang akan diimplementasikan pada sepeda motor listrik. Sumber energi didapatkan dari dua sumber yaitu *solar cell* dan listrik PLN kemudian dialirkan ke *solar charge controller* MPPT untuk mendapatkan titik daya maksimumnya sehingga daya yang mengalir menuju baterai merupakan daya maksimal. Daya yang tersimpan pada baterai akan dipakai untuk kebutuhan Motor DC 1000 Watt. Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah Dapat mengaplikasikan data teoritis dan praktik, mengenai sistem *Solar Charge Controller* MPPT yang menggunakan sumber energi *hybrid* dan dapat mengurangi polusi udara pada lingkungan yang dihasilkan pada proses pembakaran bahan bakar pada sepeda motor konvensional.

LANDASAN TEORI

Energi Hybrid

Pengertian *hybrid* atau hibrida adalah penggunaan dua atau lebih sumber energi (sistem pembangkit) dengan sumber energi yang berbeda. Tujuan utama dari sistem hibrida pada dasarnya adalah berusaha menggabungkan dua atau lebih sumber energi sehingga dapat saling menutupi kelemahan masing-masing dan dapat dicapai keandalan dan efisiensi ekonomis pada beban tertentu (Saodah & Hariyanto, 2019).

Sel Surya

Sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek *fotovoltaic*, oleh karenanya dinamakan juga sel *fotovoltaic* (Photovoltaic cell – disingkat PV).

Konverter AC-DC

Konverter AC – DC atau penyerah (*rectifier*) adalah alat yang digunakan untuk mengubah sumber arus bolak-balik menjadi sumber arus searah (Pasaribu, 2018).

Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan

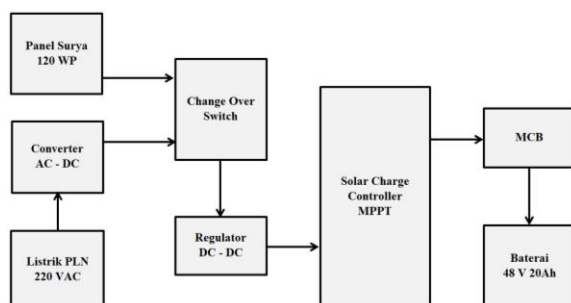
diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari solar modul. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Pada *solar module* 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 – 21 Volt. Jadi tanpa *solar charge controller*, baterai 12 Volt akan rusak oleh *over-charging* dan ketidakstabilan tegangan (Arwanda, 2017).

Baterai (Accumulator)

Aki (baterai) adalah alat penyimpanan energi yang diisi aliran DC dari panel surya, di samping menyimpan tenaga DC, baterai juga berfungsi mengubah energi kimia menjadi energi listrik, pada dasarnya orang hanya mengetahui dua jenis baterai yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai biasa yang terpasang pada mobil tidak cocok apabila di gunakan untuk menyimpan aliran listrik dari panel surya (Arista, 2019).

METODE PENELITIAN

Terdapat blok diagram sistem yang menjadi fokus dalam penelitian ini. Blok diagram ini dapat berfungsi sebagai acuan dalam perencanaan dan pembuatan alat.



Gambar 1. Blok diagram sistem

Pada perancangan alat ini mempunyai dua sumber energi yaitu energi yang bersumber dari panel surya dan energi yang bersumber dari listrik PLN. Kedua energi tersebut dipadukan agar dapat memenuhi kebutuhan daya serta dapat memaksimalkan pengisian baterai. Energi surya dipadukan dengan energi listrik PLN 220 VAC (Volt Alternating Current) yang sebelumnya telah dikonversikan oleh *converter*

AC-DC sehingga tegangannya menjadi tegangan DC. Selanjutnya pada energi listrik yang dihasilkan, kedua sumber masuk ke saklar *Change Over Switch* yang berfungsi agar arus dari kedua sumber tidak saling bertabrakan dan hanya memilih salah satu sumber saja yang selanjutnya diteruskan sebagai output. Setelah itu, masuk menuju regulator DC-DC yang berfungsi menaikkan tegangan dari panel surya agar tegangan nya sesuai untuk komponen *Solar Charge Controller* MPPT ini. Arus yang masuk menuju *solar charge controller* MPPT untuk selanjutnya dicari titik daya maksimumnya.

Perencanaan dan Perancangan Perangkat Keras

Perencanaan dan perancangan perangkat keras ini dibuat agar sistem dapat bekerja dengan baik. Perencanaan dan perancangan yang dilakukan pada tahap ini antara lain :

1. Perancangan *charging* baterai

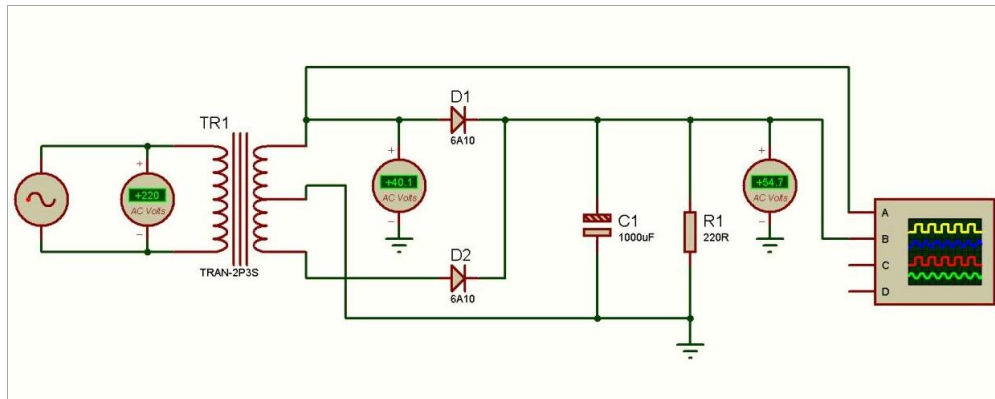
Pada perancangan alat ini baterai digunakan sebagai tempat untuk menampung energi yang didapat dari hasil *charge* oleh kedua sumber. Baterai yang digunakan adalah 4 buah baterai 12 Volt 20 Ah yang dirangkai secara seri guna mendapatkan tegangan sebesar 48 Volt.

2. Perancangan kebutuhan panel surya

Pengisian baterai dengan menggunakan panel surya sebanyak 1 buah dengan daya 120Wp menghasilkan energi sebesar 396Wh dengan durasi waktu penyinaran matahari selama (3 jam 18 menit).

3. Perencanaan *converter* AC-DC

Selain penggunaan sumber energi surya, pada penelitian ini juga menggunakan sumber energi listrik PLN. Dalam memanfaatkan sumber energi listrik yang berasal dari PLN diperlukan *converter* AC-DC untuk mengubah tegangan AC (bolak-balik) menjadi tegangan DC (searah) agar sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan pada sistem ini.



Gambar 2. Simulasi rangkaian converter AC-DC

4. Perencanaan *solar charge controller* MPPT

Dalam perancangan sebuah alat harus ditentukan spesifikasi (minimum dan maksimum) komponen pada setiap alat yang digunakan agar sesuai dengan perencanaan yang ditentukan sebelumnya. Penentuan spesifikasi *solar charge controller* MPPT pada penelitian ini yaitu :

| | |
|-------------|-------|
| Capacity Ah | 20 Ah |
| Length | 750mm |
| Width | 180mm |
| Height | 165mm |

Tabel 1. Perencanaan *solar charge controller* MPPT

| Spesifikasi | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Nominal System Voltage | 48V System charging |
| Max Current Charging | 6 A Charge at 30% of battery capacity |
| Output Charging Voltage | 57.6 V Voltage received by battery |
| PV Input Voltage | 160 VDC Maximum |
| PV Input Power | 150W - 2800W |

5. Perencanaan baterai

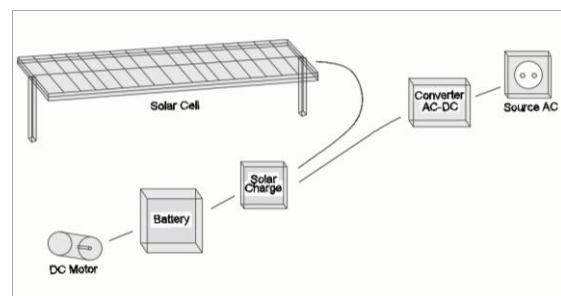
Setelah didapatkan sumber energi dari kedua sumber, yaitu energi matahari yang dikonversi menjadi aliran listrik dan energi listrik PLN yang selanjutnya melewati sistem *solar charge controller* MPPT maka perlu dilakukan perencanaan pada baterai. Pada tahap perencanaan ini yaitu untuk menentukan spesifikasi baterai yang sesuai pada penelitian yang dilakukan.

Tabel 2. Spesifikasi baterai

| Spesifikasi | |
|-----------------|--------------------------------|
| Battery Type | Sealed Lead-Acid |
| Nominal voltage | 48 Volt (12V×4 series circuit) |

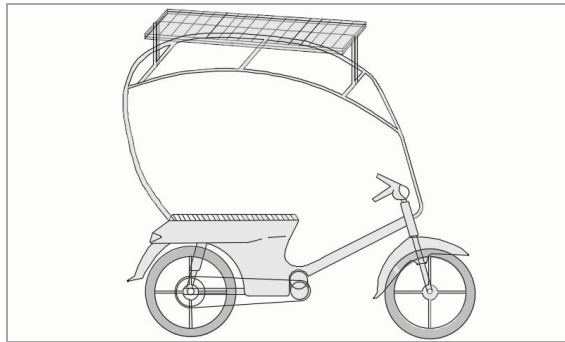
Desain Rancang Bangun Keseluruhan

Sebelum melanjutkan ke tahap pembuatan alat, terlebih dahulu dilakukan pemodelan desain dari alat yang akan dibuat menggunakan aplikasi Autocad. Pemodelan alat ini yaitu dengan memodelkan desain penerapan sel surya ke sepeda motor yang nantinya akan diimplementasikan *solar charge controller* MPPT pada sepeda motor tersebut.



Gambar 3. Desain komponen sistem energi hybrid

Gambar 3 merupakan desain komponen sistem *solar charge controller* MPPT dengan sumber energi hybrid yang nantinya akan diimplementasikan pada rangka sepeda motor. Penambahan komponen tersebut yang akan menjadikan rangka sepeda motor konvensional menjadi sistem sepeda motor listrik yang energinya berasal dari energi listrik PLN dan energi surya yang sebelumnya sudah terkonversi menjadi energi listrik.



Gambar 4. Desain sepeda motor listrik tenaga surya

Pada Gambar 4 terdapat komponen yang berhubungan dengan penelitian ini, yaitu panel surya yang berfungsi untuk menghasilkan listrik DC, *solar charge controller* MPPT pada sistem ini yang berfungsi sebagai pencari titik daya maksimum yang dihasilkan panel surya, baterai sebagai tempat untuk menampung energi dan beban yaitu motor DC sebagai komponen penggerak pada sepeda motor listrik ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem Pada Sepeda Motor Listrik

Hasil implementasi secara keseluruhan yang diterapkan pada sepeda motor listrik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 Pada gambar tersebut diatas menunjukkan hasil dari penerapan panel surya dan penerapan roda tiga yang berfungsi sebagai penyeimbang apabila sepeda motor sedang bergerak dan sebagai tempat untuk menempatkan baterai serta komponen lainnya pada sepeda motor listrik ini. Pada Gambar 5 di atas menunjukkan bahwa implementasi *solar cell* sebagai sumber energi alternatif bisa untuk diterapkan pada sepeda motor listrik.

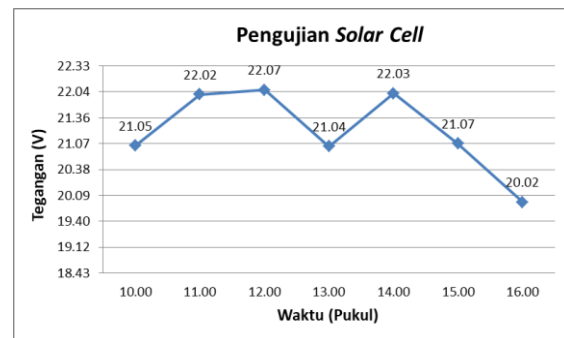


Gambar 5. Implementasi pada sepeda motor listrik

Hasil Pengujian Solar Cell

Tabel 3. Pengujian *solar cell*

| Waktu (Pukul) | Tegangan (V) |
|---------------|--------------|
| 10.00 | 21.5 |
| 11.00 | 22.2 |
| 12.00 | 22.7 |
| 13.00 | 21.4 |
| 14.00 | 22.3 |
| 15.00 | 21.7 |
| 16.00 | 20.2 |



Gambar 6. Grafik pengujian *solar cell*

Pada saat pengujian *solar cell* kondisi cuaca cerah. Dari hasil pengujian di atas didapati hasil tegangan output *solar cell* rata-rata sebesar 22.03 V. Serta terdapat grafik hasil pengukuran tegangan *solar cell* terhadap waktu, di mana waktu ini sangat berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang dihasilkan matahari.

Pengujian Converter AC – DC



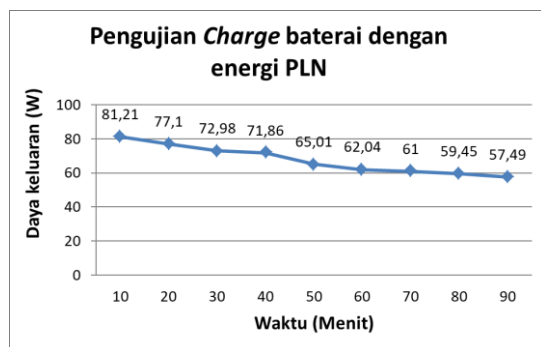
Gambar 7. Tegangan Converter AC – DC

Dari hasil pengujian pada *converter AC-DC* ini, tegangan output yang dihasilkan *converter* ini sebesar 26.5 V Dengan nilai yang didapatkan dari hasil pengujian tersebut, maka *converter AC-DC* ini dapat digunakan untuk *charge* baterai dengan sumber energi yang berasal dari PLN.

Pengujian charge baterai dengan energi PLN

Tabel 4. Pengujian charge baterai dengan energi PLN menggunakan sistem Solar Charge Controller MPPT

| Waktu (Menit) | Vin (V) | Iin (A) | Pin (W) | Vout (V) | Iout (A) | Pout (W) |
|---------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 10 | 54.3 | 5.04 | 273.67 | 51.4 | 1.58 | 81.21 |
| 20 | 59.3 | 4.38 | 259.73 | 51.4 | 1.50 | 77.10 |
| 30 | 55.1 | 4.57 | 251.80 | 51.4 | 1.42 | 72.98 |
| 40 | 61.4 | 4.56 | 279.98 | 51.7 | 1.39 | 71.86 |
| 50 | 70.9 | 4.12 | 292.10 | 51.6 | 1.26 | 65.01 |
| 60 | 71.0 | 4.06 | 288.26 | 51.7 | 1.20 | 62.04 |
| 70 | 64.8 | 4.21 | 272.80 | 51.7 | 1.18 | 61.00 |
| 80 | 68.9 | 3.94 | 271.46 | 51.7 | 1.15 | 59.45 |
| 90 | 78.1 | 3.27 | 255.38 | 51.8 | 1.11 | 57.49 |



Gambar 8. Grafik charge baterai dengan sumber PLN

Sebelumnya telah diketahui sebelum dilakukan pengisian daya baterai kapasitas baterai sebesar 80% dengan tegangan 50.0 V. Setelah dilakukan pengisian daya selama 90 menit pada Tabel 4 menunjukkan tegangan baterai naik menjadi sebesar 51.8 V. Daya keluaran pada charge baterai dengan sumber PLN memperoleh rata-rata sebesar 67.57 W. Selanjutnya pada Gambar 8 grafik menunjukkan perubahan daya keluaran terhadap waktu pengisian daya. Semakin lama waktu pengisian daya maka daya keluaran semakin menurun.

Pengujian Solar Cell untuk charge baterai pada keadaan sepeda motor listrik statis dan dinamis berdasarkan waktu (pukul)

Tabel 5. Pengujian Solar Cell untuk charge baterai menggunakan sistem Solar Charge Controller MPPT pada keadaan sepeda motor listrik statis berdasarkan waktu (pukul)

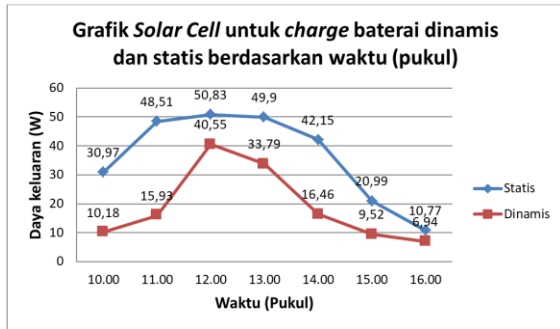
| Waktu (Menit) | Vin (V) | Iin (A) | Pin (W) | Vout (V) | Iout (A) | Pout (W) |
|---------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 10.00 | 58.9 | 1.54 | 90.89 | 51.4 | 0.60 | 30.97 |
| 11.00 | 55.3 | 2.00 | 110.93 | 51.4 | 0.94 | 48.51 |
| 12.00 | 58.8 | 2.14 | 119.58 | 51.3 | 0.99 | 50.83 |
| 13.00 | 56.4 | 2.09 | 118.36 | 51.1 | 0.97 | 49.90 |
| 14.00 | 57.1 | 1.81 | 103.50 | 51.2 | 0.82 | 42.15 |
| 15.00 | 53.8 | 1.14 | 61.33 | 51.2 | 0.41 | 20.99 |
| 16.00 | 50.8 | 0.56 | 28.4 | 51.3 | 0.21 | 10.77 |
| 10.00 | 58.9 | 1.54 | 90.89 | 51.4 | 0.60 | 30.97 |
| 11.00 | 55.3 | 2.00 | 110.93 | 51.4 | 0.94 | 48.51 |

Pada Tabel 5 di atas menunjukkan daya keluaran yang dihasilkan dari pengujian solar cell dalam kondisi statis yaitu menghasilkan nilai dengan rata-rata sebesar 36.30 W. Daya keluaran tertinggi diperoleh yaitu pada pukul 12.00.

Tabel 6. Pengujian Solar Cell untuk charge baterai menggunakan sistem Solar Charge Controller MPPT pada keadaan sepeda motor listrik dinamis berdasarkan waktu (pukul)

| Waktu (Menit) | Vin (V) | Iin (A) | Pin (W) | Vout (V) | Iout (A) | Pout (W) |
|---------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 10.00 | 69.1 | 1.14 | 78.77 | 48.5 | 0.21 | 10.18 |
| 11.00 | 52.7 | 0.82 | 43.21 | 49.8 | 0.32 | 15.93 |
| 12.00 | 71.6 | 1.94 | 139.54 | 49.7 | 0.81 | 40.55 |
| 13.00 | 75.2 | 1.74 | 131.6 | 49.7 | 0.68 | 33.79 |
| 14.00 | 77.2 | 1.27 | 98.04 | 49.9 | 0.33 | 16.46 |
| 15.00 | 72.1 | 1.04 | 75.05 | 49.9 | 0.19 | 9.52 |
| 16.00 | 60.5 | 0.38 | 22.99 | 49.6 | 0.14 | 6.94 |
| 10.00 | 69.1 | 1.14 | 78.77 | 48.5 | 0.21 | 10.18 |
| 11.00 | 52.7 | 0.82 | 43.21 | 49.8 | 0.32 | 15.93 |

Pada Tabel 6 di atas menunjukkan daya keluaran yang dihasilkan dari pengujian solar cell dalam kondisi dinamis yaitu menghasilkan nilai dengan rata-rata sebesar 19,05 W. Daya keluaran tertinggi diperoleh yaitu pada pukul 12.00.



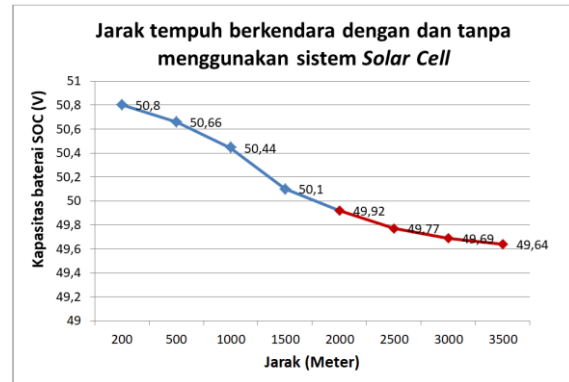
Gambar 9. Grafik pengujian solar cell untuk charge baterai keadaan dinamis dan statis berdasarkan waktu (pukul)

Berdasarkan dari hasil pengujian solar cell untuk pengisian daya baterai dalam keadaan statis dan dinamis maka diperoleh hasil seperti pada Gambar 9 di mana grafik tersebut menunjukkan terdapat perbedaan hasil antara keadaan statis dan keadaan dinamis terhadap waktu (pukul). Grafik di atas menunjukkan perubahan data statis lebih stabil dibandingkan dengan data dinamis.

Pengujian jarak tempuh dan lama berkendara dengan dan tanpa menggunakan sistem Solar Cell untuk charge baterai

Tabel 7. Pengujian jarak tempuh dan lama berkendara dengan dan tanpa menggunakan sistem Solar Cell untuk charge baterai

| Berkendara tanpa menggunakan sistem pengisian solar cell | | | | | |
|---|---------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|----------|
| Waktu (Menit) | Jarak (Meter) | Lama Berkendara (Menit) | SOC Baterai (V) | Kapasitas Baterai (%) | Pout (W) |
| 10.00 | 200 | 2 | 50.80 | 98 | 0.00 |
| 10.02 | 500 | 3 | 50.66 | 94 | 0.00 |
| 10.05 | 1000 | 7 | 50.44 | 89 | 0.00 |
| 10.12 | 1500 | 11 | 50.10 | 82 | 0.00 |
| Berkendara dengan menggunakan sistem pengisian solar cell | | | | | |
| 10.23 | 2000 | 14 | 49.92 | 79 | 45.34 |
| 10.37 | 2500 | 17 | 49.77 | 76 | 45.95 |
| 10.54 | 3000 | 21 | 49.69 | 74 | 46.40 |
| 11.15 | 3500 | 25 | 49.64 | 73 | 47.80 |



Gambar 10. Pengujian jarak tempuh berkendara dengan dan tanpa menggunakan sistem Solar Cell untuk charge baterai

Berdasarkan dari pengujian berkendara tanpa menggunakan sistem pengisian dari solar cell dan berkendara dengan menggunakan sistem pengisian dari solar cell maka diperoleh hasil seperti pada Gambar 10 di mana grafik tersebut menunjukkan perbedaan antara yang menggunakan sistem pengisian dengan solar cell dan tidak menggunakan sistem pengisian solar cell. Pada grafik di atas pengujian berkendara tanpa menggunakan pengisian baterai yaitu dari jarak 200-1500 meter, sedangkan berkendara dengan menggunakan sistem pengisian solar cell yaitu pada jarak 2000-3500 meter. Pada Gambar 10 menunjukkan pengujian tanpa menggunakan sistem pengisian solar cell (ditunjukkan oleh garis biru) penurunan kapasitas baterai terjadi cukup signifikan. Sedangkan ketika berkendara pada posisi menggunakan sistem pengisian dari solar cell (ditunjukkan oleh garis merah) kapasitas baterai relatif lebih stabil walaupun masih terjadi penurunan pada kapasitas baterai. Tabel 7 menunjukkan lama berkendara selama 25 menit mencapai jarak 3500 meter dan persentase pengurangan kapasitas baterai mencapai 80% dan SOC baterai 49.64 V energi yang dihasilkan solar cell untuk mengisi daya baterai sebesar 47.80 W.

SIMPULAN

Berdasarkan pemaparan diatas, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengisian baterai dengan menggunakan sumber energi PLN memperoleh daya keluaran dengan rata-rata sebesar 67.57 W. Untuk pengisian baterai dengan menggunakan solar cell pada keadaan

sepeda motor statis memperoleh daya keluaran rata-rata sebesar 36.30 W. Sedangkan untuk pengisian baterai dengan menggunakan *solar cell* pada keadaan sepeda motor bergerak dinamis hanya memperoleh daya keluaran rata-rata sebesar 19,05 W. Daya keluaran yang dihasilkan tertinggi pada penelitian ini yaitu pada saat pengisian baterai dengan menggunakan sumber energi yang berasal dari PLN.

2. Tegangan yang dihasilkan *solar cell* dalam kondisi cerah dan tidak terhubung dengan beban menghasilkan tegangan open circuit dengan rata-rata sebesar 22.03 V.
3. Pengujian tanpa menggunakan sistem pengisian *solar cell* penurunan kapasitas baterai terjadi cukup signifikan. Sedangkan ketika berkendara pada posisi menggunakan sistem pengisian dari *solar cell* kapasitas baterai relatif lebih stabil walaupun masih terjadi penurunan pada kapasitas baterai

DAFTAR RUJUKAN

- Arista, P. F. (2019). *Desain Charging Point Untuk Sepeda Listrik Menggunakan Solar Cell Di Area Parkir Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Arwanda, D. (2017). *Monitoring Output Dan Pencatatan Data Pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler*. POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA.
- Kuswardana, A. (2016). *Analisis Sistem Motor Penggerak Pada Mobil Listrik Dengan Kapasitas Satu Penumpang*. Universitas Negeri Semarang.
- Putri, T. W. O., Senen, A., & Simamora, Y. (2019). Pemanfaatan Energi Surya untuk Penerangan Jalan & Fasilitas Umum di Desa Sukarame Kab. Lebak Banten. *TERANG*, 1(2), 128–136.
- Saodah, S., & Hariyanto, N. (2019). Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Dengan Kapasitas 3 KVA. *PROCEEDINGS OF NATIONAL COLLOQUIUM RESEARCH AND COMMUNITY SERVICE*, 3, 187–190.