

Sistem Pengisian Baterai Menggunakan Solar Panel 50 Wp dan Pengukuran Batas Waktu Pemakaian pada *Renewable Energy Smart Trolley*

Ainun Lina Huda Nur Syahadhah, Syamsyarief Baqaruzi, Ali Muhtar

Program Studi Teknik Elektro

Institut Teknologi Sumatera

Lampung Selatan, Indonesia

ainun.13117039@student.itera.ac.id, syamsyarief.baqaruzi@el.itera.ac.id, ali.muhtar@el.itera.ac.id

Abstraksi — Di negara Indonesia, Energi Baru Terbarukan (EBT) yang memiliki potensi paling besar, yaitu cahaya matahari. Produk *Renewable Energy Smart Trolley* (RESOL) menggunakan sumber energi yang berasal dari cahaya matahari dengan solar panel sebagai media pengubah intensitas radiasi matahari menjadi energi listrik. Daya listrik yang dihasilkan solar panel disimpan di dalam baterai dengan kapasitas 12V/14Ah. Dalam penelitian ini, produk akan dianalisis mengenai sistem pengisian baterai dan batas waktu pemakaian produk. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi daya yang dihasilkan solar panel pada sistem pengisian baterai, yaitu waktu pengisian baterai, intensitas radiasi matahari, dan cuaca sekitar. Batas waktu pemakaian produk pada saat membawa beban dengan tidak membawa beban berbeda. Pada saat tidak membawa beban, batas waktu pemakaian produk bergantung pada besar putaran *throttle*, pada gas 300 selama 153 menit, gas 400 selama 77 menit, dan gas 500 selama 76 menit. Batas waktu pemakaian produk pada saat melewati tangga datar dengan kemiringan sudut 8° dan membawa satu galon serta satu meja, yaitu selama 63 - 70 menit.

Katakunci — Sistem Pengisian Baterai; Solar Panel; Baterai; Batas Waktu Pemakaian

Abstracts — *In Indonesia, New and Renewable Energy (EBT) which has the greatest potential, which is sunlight. The Renewable Energy Smart Trolley (RESOL) product uses an energy source that comes from sunlight with solar panels as a medium for converting the intensity of solar radiation into electrical energy. The electrical power generated by the solar panels is stored in a battery with a capacity of 12V/14Ah. In this study, the product will be analyzed regarding the battery charging system and the product usage time limit. Based on the results of the study, there are several factors that can affect the power generated by solar panels on the battery charging system such as battery charging time, solar radiation intensity, and the surrounding weather. The time limit for using the product when carrying a load by not carrying a load is different. When not carrying a load, the product usage time limit depends on the speed of the gas throttle, on gas 300 for 153 minutes, on gas 400 for 77 minutes, and on gas 500 for 76 minutes. The time limit for using the product when passing a flat ladder with an angle of 8° and carrying one gallon and one table, which is 63 - 70 minutes.*

Keywords — *Battery Charging System, Solar Panel, Battery, Usage Time Limits*

I. PENDAHULUAN

Kecelakaan kerja merupakan kejadian tak terduga yang dapat menyebabkan kerugian pada manusia dan harta benda. Berdasarkan data yang diambil dari Dirjen Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan (Binwaasnaker), pada tahun 2012 telah terjadi kecelakaan kerja sebanyak 874 kasus dimana 36% dari kasus tersebut disebabkan karena kelelahan kerja [1].

Kelelahan kerja merupakan suatu keadaan pada saat melemahnya ketahanan tubuh seseorang yang dapat menyebabkan menurunnya kinerja fisik dan produktifitas kerja [2]. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kasus kecelakaan kerja akibat kelelahan tersebut adalah penggunaan troli barang dengan penggerak elektrik untuk mengangkat atau memindahkan barang-barang dengan beban cukup berat. Namun, troli dengan teknologi ini masih menggunakan energi listrik yang berasal dari sumber konvensional dimana sumber energi tersebut akan habis seiring berjalannya waktu sehingga dibutuhkan sumber energi berkelanjutan dan ramah lingkungan seperti energi terbarukan.

Di negara Indonesia sendiri, energi baru terbarukan (EBT) yang memiliki potensi paling besar, yaitu cahaya matahari. Dengan adanya permasalahan tersebut dibuatlah sebuah troli barang yang menggunakan penggerak elektrik sebagai penggeraknya dan menggunakan cahaya matahari sebagai sumber energinya. Troli barang tersebut diberi nama *Renewable Energy Smart Trolley* (RESOL). Pada penggunaannya, cahaya matahari akan ditangkap oleh solar panel atau fotovoltaik (PV). Solar panel merupakan semikonduktor yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik dan disimpan di dalam baterai. Baterai termasuk salah satu komponen penting yang dapat bekerja dalam dua proses, yaitu proses pengisian dan pengosongan baterai. Pada proses pengisian baterai, energi listrik akan diubah menjadi energi kimia. Sebaliknya, pada proses pengosongan baterai

energi kimia tersebut akan diubah kembali menjadi energi listrik [3].

Berdasarkan pemaparan di atas, penulis melakukan sebuah penelitian yang berjudul Sistem Pengisian Baterai dengan Menggunakan Solar Panel 50Wp dan Pengukuran Batas Waktu Pemakaian pada *Renewable Energy Smart Trolley*. Dengan ini, penulis merancang sistem tersebut serta mengimplementasikan hasil rancangan tersebut ke dalam produk RESOL.

II. METODE

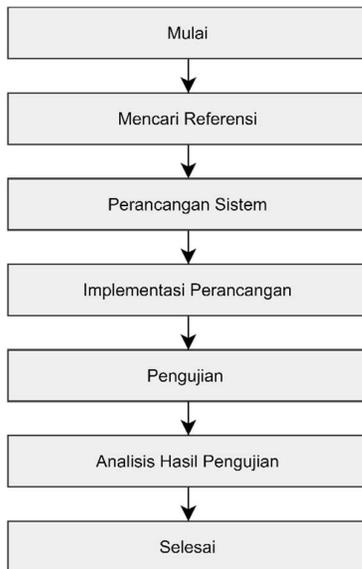
Renewable energy smart trolley terbagi menjadi tiga subsistem utama, yaitu subsistem solar panel, subsistem mekanik, dan subsistem kendali. Penelitian yang dilakukan terfokus pada subsistem solar panel.

A. Alat dan Bahan

Dalam melakukan penelitian mengenai sistem pengisian baterai dan pengukuran batas waktu pemakaian produk *Renewable Energy Smart Trolley* ini terdapat beberapa komponen yang digunakan, yaitu solar panel *monocrystalline* kapasitas 50 Wp, *solar charge controller*, baterai aki 12V/14Ah, Arduino Uno, ESP8266, sensor ACS712, dan sensor tegangan.

B. Diagram Alir Penelitian

Berikut diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1.

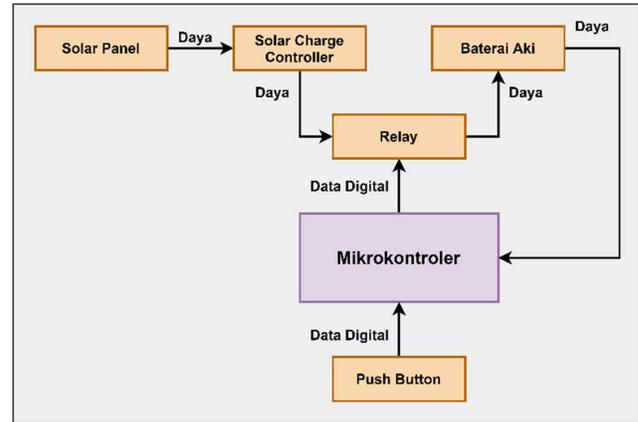


Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pada tahap awal, penulis melakukan pencarian referensi mengenai tinjauan penelitian-penelitian yang sebelumnya telah dilakukan mengenai sistem pengisian baterai dengan menggunakan solar panel. Selain itu, penulis juga meninjau

beberapa komponen yang digunakan pada tahap perancangan sistem.

Tahap kedua, yaitu perancangan sistem dimana pada tahap ini penulis menentukan prinsip kerja sistem pengisian baterai dan membuat *data flow diagram* (DFD) sistem yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Data Flow Diagram Sistem Pengisian Baterai

Tahap ketiga, yaitu implementasi perancangan. Penulis mengimplementasikan hasil perancangan sistem yang telah dibuat yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian. Pada tahap ini, penulis melakukan pengujian terhadap rancangan sistem yang telah diimplementasikan. Jika sistem dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan rancangan, maka sistem siap untuk digunakan. Namun, jika sistem tidak bekerja sesuai dengan rancangan maka akan dilakukan analisis mengenai permasalahan sistem tersebut sehingga akan didapatkan solusi dari permasalahan yang ada.

C. Prosedur Pengujian

Pada saat melakukan pengujian, dibutuhkan prosedur pengujian sehingga tujuan dari penelitian ini dapat tercapai. Terdapat dua pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu pengujian pengisian baterai dan pengujian waktu pemakaian produk. Berikut prosedur pengujian pada penelitian ini yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2

TABEL I. PROSEDUR PENGUJIAN PENGISIAN BATERAI

Kegiatan	Prosedur Pengujian	Indikator Keberhasilan
Melakukan pengukuran daya yang dihasilkan solar panel	<ol style="list-style-type: none"> Membuat <i>database</i> untuk menyimpan data tegangan <i>input</i>, arus <i>input</i>, tegangan <i>output</i>, dan arus <i>output</i> Membuat rangkaian pengujian Melakukan pengukuran dari jam 10.00 – 15.00 	Data tegangan <i>input</i> , arus <i>input</i> , tegangan <i>output</i> , dan arus <i>output</i> sehingga didapatkan daya <i>input</i> dan <i>output</i> .

Melakukan pengukuran intensitas cahaya matahari	Mengukur nilai intensitas cahaya matahari pada saat melakukan pengujian	Mendapatkan data radiasi matahari dan cuaca pada saat pengujian
---	---	---

TABEL II. PROSEDUR PENGUJIAN WAKTU PEMAKAIAN PRODUK

Kegiatan	Prosedur Pengujian	Indikator Keberhasilan
Mengukur arus <i>input driver</i> motor dan sudut kemiringan lintasan	<ol style="list-style-type: none"> Memutar <i>throttle</i> gas motor hingga putaran gas menjadi 300, 400, dan 500 pada saat tidak membawa barang dan berjalan pada jalan datar Mencatat nilai arus <i>input driver</i> motor Menaruh galon yang sudah diisi air ke atas alas produk Memutar <i>throttle</i> gas motor hingga <i>Renewable Energi Smart Trolley</i> dapat menaiki tangga datar Mencatat nilai arus <i>input driver</i> dan sudut kemiringan lintasan Mengulangi langkah 4 dan 5 dengan menggunakan beban galon berisi air dan sebuah meja yang diletakkan di atas alas <i>Renewable Energi Smart Trolley</i> 	Mendapatkan data yang dibutuhkan untuk menghitung waktu pemakaian baterai produk seperti data arus, besar putaran <i>throttle</i> gas motor, dan sudut kemiringan lintasan

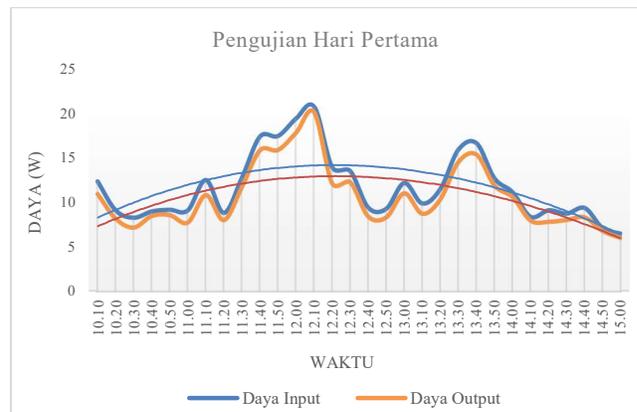
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Charging atau Pengisian Baterai

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi dari solar panel dan *solar charge controller* yang digunakan serta untuk mengetahui lama waktu pengisian baterai. Pada pengujian ini menggunakan sensor tegangan dan arus yang dihubungkan dengan *solar charge controller* dan baterai untuk memantau data tegangan *input*, arus *input*, tegangan *output*, dan arus *output*. Data tersebut merupakan hasil rata-rata dari 100 data yang diambil setiap menit dan akan disimpan di dalam *database* sehingga pemantauan nilai daya terhadap waktu dapat dilakukan secara *realtime*. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali pada jam 10.00 – 15.00 WIB dimana waktu ini dipilih karena merupakan waktu optimal sinar matahari mencapai permukaan bumi.

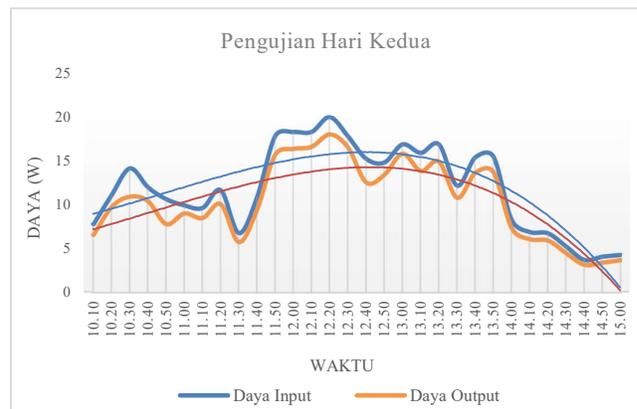
1. Pengujian daya terhadap waktu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap daya yang dihasilkan oleh solar panel. Data yang tersimpan di dalam *database* akan diolah menjadi daya *input* dan daya *output* yang selanjutnya akan dilakukan perhitungan rata-rata setiap 10 menit sekali.



Gambar 3. Grafik Pengujian Hari Pertama

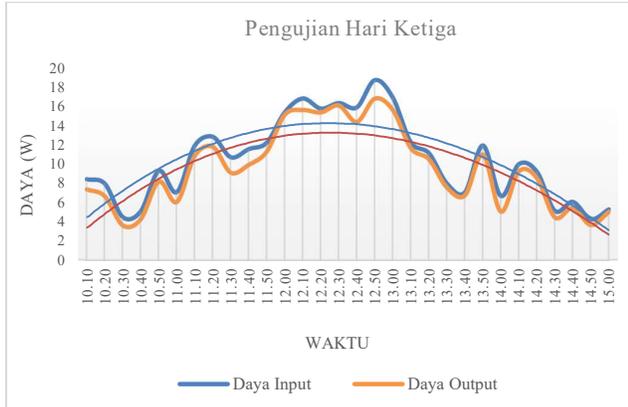
Pengujian daya terhadap waktu hari pertama dilakukan pada tanggal 04 Agustus 2021 dengan rata-rata nilai arus yang dapat dihasilkan oleh solar panel sebesar 0,95 A. Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata daya *input* dan daya *output* tertinggi terjadi pada pukul 12.10 dengan daya *input* sebesar 20,69 W dan daya *output* sebesar 20,05 W. Daya *input* merupakan data tegangan dan arus keluaran solar panel yang masuk ke dalam *solar charge controller* untuk dilakukan stabilisasi sebelum masuk ke dalam baterai. Daya *output* merupakan data tegangan dan arus masukan baterai. Pada saat pukul 12.00 siang, matahari berada pada sudut 90° dari permukaan bumi dimana semakin dekat sudut datang ke 90° maka semakin banyak energi yang diterima oleh permukaan bumi. Selain itu, pada implementasinya tegangan dan arus yang dihasilkan solar panel akan di stabilisasi terlebih dahulu oleh *solar charge controller* sebelum masuk ke dalam baterai sehingga nilai rata-rata daya *output* lebih kecil dibandingkan dengan daya *input*.



Gambar 4. Grafik Pengujian Hari Kedua

Pengujian hari kedua dilakukan pada tanggal 05 Agustus 2021 dengan rata-rata arus solar panel sebesar 0,9 A. Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata daya *input* dan daya *output* tertinggi terjadi pada pukul 12.20 dengan daya *input* sebesar 19,92 W dan daya *output* sebesar 17,95 W. Daya yang dihasilkan solar panel dipengaruhi oleh nilai

intensitas radiasi matahari dimana hubungan antara keduanya berbanding lurus. Semakin besar nilai intensitas radiasi matahari yang diterima sistem maka semakin besar daya listrik yang dihasilkan sistem [4]. Teori tersebut dibuktikan dengan besar nilai intensitas radiasi matahari pada pukul 12.20 sebesar 1323 W/m². Berikut data pengujian daya terhadap waktu yang dihasilkan pada hari ketiga.



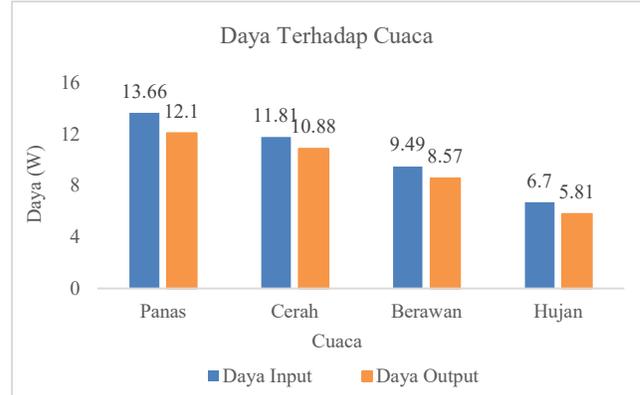
Gambar 5. Grafik Pengujian Hari Ketiga

Pengujian hari ketiga dilakukan pada tanggal 06 Agustus 2021. Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai daya *input* dan daya *output* tertinggi terjadi pada pukul 12.50 WIB dengan daya *input* sebesar 18,68 W dan daya *output* sebesar 16,75 W. Nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan pengujian sebelumnya dikarenakan besar arus yang berasal dari solar panel hanya sebesar 0,81 A dengan nilai intensitas radiasi matahari sebesar 842 W/m². Selain itu, pada saat pengujian cuaca dalam keadaan tidak menentu (hujan, berawan dan cerah) sehingga mengakibatkan nilai rata-rata daya *input* dan *output* menjadi tidak stabil. Berdasarkan data yang dihasilkan pada pengujian hari pertama, kedua, dan ketiga dapat disimpulkan bahwa daya maksimum yang dihasilkan solar panel terjadi pada pukul 12.00 siang karena matahari berada pada sudut 90° dari permukaan bumi sehingga intensitas radiasi matahari matahari tepat jatuh di atas permukaan solar panel. Semakin besar nilai intensitas radiasi matahari yang diterima solar panel, maka semakin besar juga daya listrik yang dihasilkan.

2. Pengujian daya terhadap cuaca

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh cuaca terhadap daya yang dihasilkan oleh solar panel. Data yang digunakan pada pengujian ini sama seperti pengujian sebelumnya, hanya saja data tersebut diklasifikasikan berdasarkan cuaca yang terjadi. Klasifikasi tersebut berdasarkan nilai intensitas cahaya matahari dimana terdapat 4 macam klasifikasi cuaca, yaitu cuaca panas dengan nilai lebih dari 1300 (Lux*100), cuaca cerah dalam rentang nilai dari 900-1299 (Lux*100), cuaca berawan dengan rentang 400-899 (Lux*100), dan cuaca hujan dengan nilai kurang dari 400

(Lux*100). Gambar 6 merupakan hasil pengujian daya terhadap cuaca.



Gambar 6. Grafik Pengujian Daya Terhadap Cuaca

Hasil pengujian daya terhadap cuaca disajikan dalam bentuk diagram batang untuk mengetahui perbandingan nilai rata-rata daya yang dihasilkan solar panel pada setiap cuaca. Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata daya *input* dan daya *output* tertinggi terjadi pada cuaca panas dan terendah terjadi pada cuaca hujan. Pada saat cuaca panas, sinar matahari terasa sangat panas dan menusuk. Nilai intensitas cahaya matahari sangat tinggi yang mengakibatkan nilai radiasi matahari juga tinggi sehingga solar panel dapat menghasilkan energi maksimum [5]. Nilai rata-rata daya input pada cuaca panas sebesar 13,66 W dan daya output sebesar 12,10 W. Pada saat cuaca hujan udara terasa lembab dan sinar matahari tidak terasa panas. Nilai intensitas cahaya matahari sangat rendah yang mengakibatkan intensitas radiasi matahari juga rendah sehingga solar panel hanya dapat menghasilkan energi minimum. Nilai rata-rata daya *input* pada cuaca hujan sebesar 6,70 W dan daya output sebesar 5,81 W. Dapat disimpulkan bahwa keadaan cuaca sekitar mempengaruhi besar kecilnya daya listrik yang dihasilkan solar panel [6].

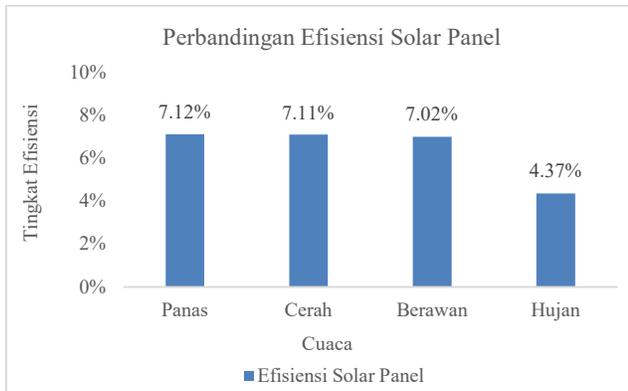
3. Pengujian efisiensi solar panel

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai efisiensi dari solar panel yang digunakan pada penelitian ini. Selain itu, pada pengujian ini juga dilakukan perbandingan nilai efisiensi solar panel setiap cuaca yang ada pada saat pengujian. Nilai tersebut didapatkan dari perhitungan dengan menggunakan Persamaan 1.

$$\eta_p = \frac{P_{max}}{I \times A} \times 100\% \quad (1)$$

Pada Persamaan 1, data yang digunakan berupa data daya maksimum solar panel dalam satuan Watt, nilai insolasi matahari, dan luas permukaan solar panel dalam satuan m². Data daya maksimum solar panel didapatkan dari datasheet solar panel yang digunakan yaitu sebesar 50 Wp. Nilai insolasi matahari pada persamaan di atas menggunakan *Standart Tes*

Conditions (STC), yaitu 1000 W/m² dimana standar tersebut merupakan standar untuk mengukur kinerja maksimal solar panel pada suatu kondisi. Dimensi solar panel yang digunakan yaitu 500 x 665 x 30 mm [7]. Dengan menggunakan data-data tersebut didapatkan besar nilai efisiensi dari solar panel yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebesar 15,15%.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Efisiensi Solar Panel

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai efisiensi solar panel tertinggi terdapat pada cuaca panas dan terendah terdapat pada cuaca hujan. Semakin besar atau tinggi nilai efisiensi solar panel yang digunakan maka semakin besar pula daya listrik yang dapat dihasilkan. Hal tersebut sesuai dengan hasil pengujian sebelumnya, yaitu pengujian daya terhadap cuaca. Pada pengujian tersebut, daya maksimum yang dapat dihasilkan solar panel terjadi pada cuaca panas, yaitu sebesar 23,52 W dengan total daya sebesar 4276,77 W. Nilai efisiensi pada cuaca panas sebesar 7,12% dimana nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan nilai efisiensi pada cuaca cerah dan berawan. Namun nilai efisiensi cuaca hujan menjadi yang terendah, yaitu sebesar 4,37% dimana pada cuaca ini maksimum daya yang dapat dihasilkan solar panel sebesar 14,43 W dengan total daya sebesar 321,48 W. Nilai tersebut jauh lebih kecil dibandingkan nilai sebelumnya sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi suatu solar panel berpengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan. Semakin besar nilai efisiensi solar panel, maka semakin banyak daya listrik yang dihasilkan begitupun sebaliknya.

Selain itu, jika dibandingkan kembali dengan nilai efisiensi solar panel sebenarnya, yaitu 15,15% dengan nilai rata-rata efisiensi solar panel ketika pengujian, yaitu 6,40% maka kedua nilai tersebut jauh berbeda. Daya maksimum yang dihasilkan oleh solar panel menjadi salah satu penyebabnya. Daya maksimum pada nilai efisiensi sebenarnya, yaitu 50W sedangkan pada saat pengujian rata-rata nilai daya maksimumnya, yaitu 21,15 W. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai daya maksimum solar panel, yaitu temperatur lingkungan sekitar, radiasi matahari, kecepatan angin, keadaan atmosfer bumi, dan peletakan solar panel dimana dari kelima faktor tersebut hanya radiasi matahari yang diperhitungkan pada penelitian ini [8]. Dapat disimpulkan bahwa perbedaan nilai efisiensi solar panel sebenarnya dengan

pada saat pengujian dikarenakan faktor-faktor yang tidak diperhitungkan dalam penelitian ini.

4. Pengujian efisiensi solar charge controller

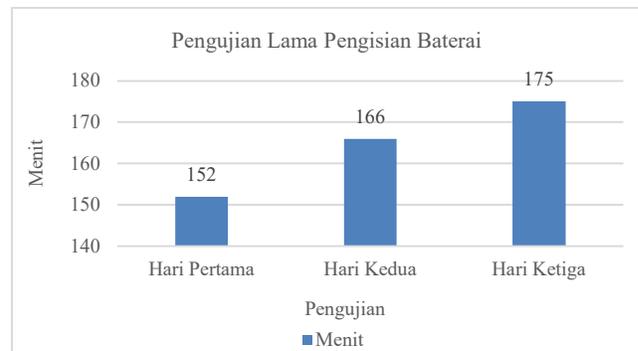
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai efisiensi solar charge controller yang digunakan pada sistem pengisian baterai. Dengan menggunakan nilai efisiensi tersebut maka dapat diketahui seberapa baik kinerja solar charge controller dalam menjaga keseimbangan energi baterai pada pengisian baterai. Berikut perhitungan nilai efisiensi solar charge controller dengan menggunakan Persamaan 2.

$$\eta = \frac{\text{Daya Output}}{\text{Daya Input}} \times 100\% \quad (2)$$

Penggunaan nilai rata-rata daya input sebesar 11,34 W dan daya output sebesar 10,60 W mendapatkan besar efisiensi solar charge controller yang digunakan pada penelitian ini sebesar 93,47%.

5. Pengujian lama pengisian baterai

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara lama pengisian baterai dengan menggunakan perhitungan dan pada saat pengujian. Baterai yang akan dilakukan pengisian, yaitu baterai dengan kapasitas 12 V / 7 Ah sebanyak dua buah yang dipasang secara paralel. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengisi sebuah baterai dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, salah satunya adalah besar tegangan awal baterai. Pada saat pengujian, baterai dikatakan penuh apabila tegangan baterai telah mencapai 12,6 V.



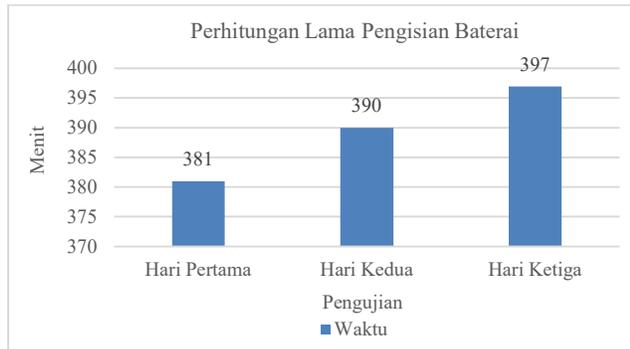
Gambar 8. Grafik Lama Pengisian Baterai

Pengujian lama pengisian baterai dilakukan selama 3 hari dimana hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Gambar 8. Tegangan awal pada setiap pengujian sama, yaitu 11,6 V. Besar arus rata-rata yang mengalir ke dalam baterai menjadi penyebab berbedanya waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai pada saat pengujian. Semakin kecil arus yang mengalir ke dalam baterai, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai hingga penuh. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa pada ketiga hasil pengujian, rata-rata lama pengisian baterai 12 V / 14 Ah dengan menggunakan solar panel kapasitas 50 Wp selama 164 menit atau 2 jam 44 menit.

Pengujian selanjutnya yaitu perhitungan lama pengisian baterai dengan menggunakan Persamaan 3.

$$\text{Lama pengisian baterai (h)} = \frac{\text{Kapasitas baterai (Ah)}}{\text{Arus charging (A)}} \quad (3)$$

Pada perhitungan tersebut kapasitas baterai yang digunakan merupakan tegangan awal pada saat pengujian hari pertama hingga ketiga.



Gambar 9. Grafik Perhitungan Lama Pengisian Baterai

Dengan menggunakan Persamaan 3, didapatkan hasil perhitungan lama pengisian baterai yang dapat dilihat pada Gambar 9. Penggunaan tegangan awal pada setiap perhitungan yaitu 11,6 V sehingga didapatkan rata-rata lama pengisian baterai 12 V / 14 Ah dengan menggunakan solar panel kapasitas 50 Wp, yaitu 6 jam 30 menit dimana durasi ini jauh lebih lama dibandingkan dengan pada saat pengujian. Faktor yang mempengaruhi perbedaan durasi keduanya, yaitu karakteristik pada setiap jenis baterai berbeda-beda. Selain itu, metode pengisian baterai yang dilakukan dan besarnya arus yang masuk ke dalam baterai juga dapat mempengaruhi lama pengisian baterai dimana pada penelitian ini metode pengisian baterai tidak diperhitungkan apakah menggunakan metode *slow charging* atau *fast charging* [9].

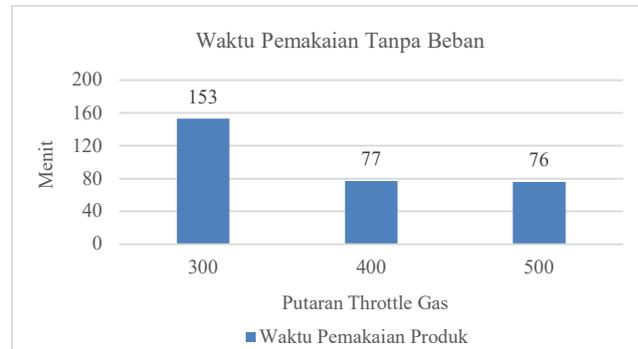
B. Pengujian Discharging atau Pemakaian Baterai

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu pemakaian baterai pada produk RESOL. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil data arus kerja motor saat tidak membawa beban (*no load*) dan saat membawa beban (*load*). Beban yang digunakan sebagai bahan pengujian merupakan barang yang biasanya dibawa atau dipindahkan pada Laboratorium Teknik, seperti galon dan meja. Penggunaan produk RESOL ditujukan untuk melewati jalan datar dan tangga datar sehingga pengujian dilakukan di dalam Laboratorium Teknik 3 ITERA yang terdapat tangga datar.

1. Pengujian discharging ketika tanpa beban

Pengujian ini dilakukan pada saat RESOL tidak membawa beban. Data pada pengujian ini berupa data arus yang diterima oleh *driver* motor dimana terdapat 3 jenis data sesuai dengan besar putaran *throttle* gas motor. Pada saat putaran *throttle* gas

motor sebesar 300 nilai rata-rata arus yang diterima oleh *driver* motor sebesar 3,88 A, pada saat 400 sebesar 8,75 A, dan pada saat 500 sebesar 8,86 A. Dengan menggunakan nilai rata-rata tersebut dapat dihitung waktu pemakaian produk pada masing-masing putaran *throttle* gas motor tanpa membawa beban.

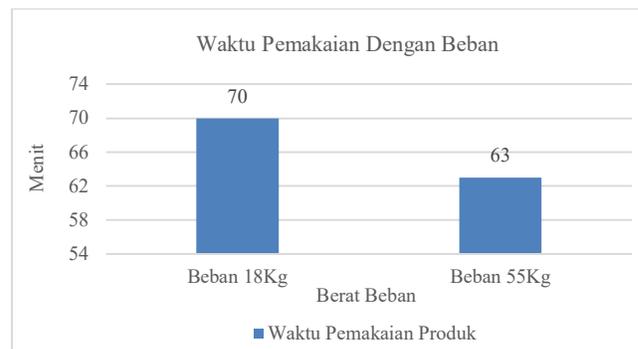


Gambar 10. Grafik Waktu Pemakaian Tanpa Beban

Berdasarkan Gambar 10 dapat dilihat bahwa pada setiap putaran *throttle* gas motor memiliki waktu pemakaian produk yang berbeda. Pada saat putaran *throttle* gas motor konstan berada pada 300 memiliki waktu pemakaian produk selama 153 menit, putaran *throttle* 400 memiliki waktu pemakaiannya 77 menit, dan putaran *throttle* 500 memiliki waktu pemakaiannya selama 76 menit. Dapat disimpulkan bahwa besarnya putaran *throttle* gas pada suatu motor listrik mempengaruhi waktu pemakaian produk. Semakin besar putaran *throttle* gas pada suatu motor listrik, maka semakin besar arus yang mengalir masuk ke dalam *driver* sebagai arus kerja motor sehingga waktu pemakaian produk semakin cepat.

2. Pengujian discharging ketika beban 18 kg dan 55 kg

Pengujian *discharging* pada saat membawa beban dilakukan dengan menggunakan dua beban, yaitu 18 kg dan 55 kg. Pengujian ini dilakukan pada saat melewati tangga datar dengan sudut kemiringan sebesar 8 derajat. Data pada pengujian ini berupa data arus yang diterima oleh *driver* motor.



Gambar 11. Grafik Waktu Pemakaian Dengan Beban

Berdasarkan Gambar 11 dapat dilihat bahwa setiap berat beban yang dibawa oleh produk memiliki waktu pemakaian

yang berbeda. Pada saat produk membawa beban 18 kg memiliki batas waktu pemakaiannya selama 70 menit dan pada beban 55 kg memiliki batas waktu pemakaian selama 63 menit. Semakin berat beban yang dibawa produk maka semakin cepat batas waktu pemakaiannya. Namun, selain faktor beban, terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi waktu pemakaian suatu produk seperti lintasan yang dilewati oleh produk. Dapat disimpulkan bahwa lamanya waktu pemakaian produk RESOL dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya besar putaran *throttle* gas motor, berat beban yang dibawa, dan lintasan yang dilewati produk.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan EBT (matahari) pada sistem pengisian baterai menggunakan solar panel sebagai media pengubah intensitas radiasi matahari menjadi energi listrik.
2. Sistem pengisian baterai dirancang dengan menggunakan *solar charge controller* yang terhubung dengan solar panel dan baterai untuk melakukan proses stabilisasi daya yang masuk ke dalam baterai.
3. Sistem pengisian baterai dengan EBT dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, waktu pengisian baterai, intensitas radiasi matahari, dan cuaca sekitar sehingga daya yang dihasilkan solar panel tidak menentu.
4. Efisiensi solar panel yang digunakan pada penelitian ini, yaitu pada cuaca panas sebesar 7,12 %, cuaca cerah 7,11 %, cuaca berawan sebesar 7,02 %, dan cuaca hujan sebesar 4,37 % dengan efisiensi *solar charge controller* sebesar 93,47%.
5. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengisian baterai 12 V / 14 Ah dengan menggunakan solar panel kapasitas 50 Wp, yaitu selama 164 menit atau 2 jam 44 menit.
6. Batas waktu pemakaian produk dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya besar putaran *throttle* gas motor, berat beban yang dibawa, dan lintasan yang dilewati produk.
7. Batas waktu pemakaian produk pada saat tidak membawa beban dengan putaran *throttle* gas 300 selama 153 menit, gas 400 selama 77 menit, dan gas 500 selama 76 menit.
8. Batas waktu pemakaian produk pada saat melewati tangga datar dengan kemiringan sudut 8° dan membawa satu galon serta satu meja, yaitu selama 63 - 70 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. D. Safira, R. M. Pulungan och C. Arbitera, "Kelelahan Kerja Pada Pekerja di PT. Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan (UPJP) Priok," *Jurnal Kesehatan*, vol. 11, pp. 265-271, 2020.
- [2] R. Maharja, "Analisis Tingkat Kelelahan Kerja Berdasarkan Beban Kerja Fisik Perawat di Instalasi Inap RSUD Haji Surabaya," *The Indonesia Journal of Occupational Safety and Health*, vol. 4, pp. 93-102, Juni 2015.
- [3] I. Setiono, "Akumulator, Pemakaian dan Perawatannya," *METANA*, vol. 11, pp. 31-36, Juli 2015.
- [4] M. K. Usman, "Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik yang Dihasilkan Panel Surya," *Jurnal Power Elektronik*, vol. 9, pp. 52-58, 2020.
- [5] E. Pratama och R. Watiasih, "Perbandingan Perolehan Daya Solar Panel Monocrystalline Terhadap Solar Panel Polycrystalline," *Jurnal ELKHA*, vol. 12, pp. 105-111, Oktober 2020.
- [6] S. och M. Syukri, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLS) Terpadu Menggunakan Software (PVSYST) pada Komplek Perumahan di Banda Aceh," *Jurnal Rekayasa Elekrika*, vol. 9, pp. 77-80, 2010.
- [7] K. Kananda, "Studi Awal Potensi Energi Surya Wilayah Lampung: Studi Kasus Kampus Institut Teknologi Sumatera (ITERA) Menuju Smart Campus," *Journal of Science and Applicative Technology*, vol. 1, pp. 75-81, 2017.
- [8] I. Susanti, R. C. R. S och A. Firmansyah, "Analisa Penentuan Kapasitas Baterai dan Pengisiannya pada Mobil Listrik," *ELEKTRA*, vol. 2, pp. 29-37, 2019.
- [9] J. S. Reddy, A. Chakraborti och B. Das, "Implementation and Practical Evaluation of an Automatic Solar Tracking System for Different Weather Conditions," *2016 IEEE 7th Power India International Conference (PIICON)*, pp. 25-27, November 2016.