
Kaji Eksperimental Penggunaan Panel Surya Untuk Sumber Energi Penggerak Mesin Parut Kelapa

Arya Jemparing Jagad, Djoko Hari Praswanto
Program Studi Teknik Mesin SI, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo KM 2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang. 65143
Telp : (0341) 417636
Email : aryajemparing@gmail.com

Abstrak

Pemanfaatan energi alternatif terutama menggunakan panel surya masih belum dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari. Dimana di Indonesia berada dilintasi katulistiwa untuk intensitas matahari didapat rata-rata 4,8 kWh/m²/hari berpotensi untuk dimanfaatkan guna kebutuhan sehari-hari salah satunya dimanfaatkan pada mesin parut kelapa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh panel surya jenis Monocrystalline 100WP dan 200WP dengan kemiringan 30⁰, dan energi yang dihasilkan menggerakkan motor DC untuk memarut kelapa. Dari hasil data yang didapat pada jam 08.00-11.00 mengalami kenaikan arus dan sedangkan pada jam 12.00-16.00 mengalami penurunan arus.

Kata Kunci : Energi Alternatif, Monocrystalline, Mesin Parut Kelapa

Abstrak

Alternative energy utilization using mainly solar panel still could not be fully utilized by communities for daily needs, with the average 4,8 kWh/m²/Day potential to be used for the daily needs of one being utilized on the coconut mark machine. The purpose of the research was to know the power that was sanitized by the solar of 100WP and 200WP for sheer 30⁰, and the energy generated drove the DC motor to grate the coconut mark machine. From the data we got at 08:00 to 11:00, the tide rose and between 12:00 to 16:00 was reduced.

Keyword : Alternative Energy, Monocrystalline, The coconut scar machine

1 PENDAHULUAN

Pada era saat ini sudah banyak orang-orang yang memanfaatkan energi untuk kebutuhan sehari-hari. Namun energi yang digunakan ada yang dapat diperbarui dan tidak dapat diperbarui, dari energi yang tidak dapat diperbarui semakin lama akan semakin habis sehingga kita harus memanfaatkan energi yang dapat diperbarui untuk dapat menggantikan energi tersebut. Salah satunya kita dapat memanfaatkan energi alternatif karena dapat menggantikan energi yang tidak dapat diperbarui, mengingat terbatasnya persediaan sumber energi tersebut, maka mulai dicari sumber energi lain seperti energi matahari, energi gelombang, energi angin, energi pasang surut, dan energi lainnya (R. Pahlevi, 2014). Dengan menggunakan energi alternatif dapat diubah menjadi energi listrik dimana menghasilkan energi ramah lingkungan. Kita dapat menggunakan Solar Panel untuk memanfaatkan energi matahari dirubah menjadi energi listrik. Indonesia yang berada dilintasi garis katulistiwa dan intensitas radiasi matahari diseluruh wilayah Indonesia rata-rata 4,8 kWh/m²/hari. Dengan demikian karena besarnya sumber energi matahari yang tersebar diseluruh wilayah Indonesia tersebut, maka sangat berpotensi untuk dimanfaatkan dengan melalui metode pemasangan panel surya atap untuk kapasitas rumah tangga di Indonesia. Pemasangan panel surya kapasitas 1 kWp di Indonesia dapat menghasilkan energi harian antara 3,4 kWh hingga 4,2 kWh (Asrori & Yudiyanto, 2019).

Solar Panel adalah alat yang digunakan untuk menyerap energi matahari dan diubah menjadi energi listrik dengan metode efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* yaitu suatu peristiwa dimana muncul tegangan listrik karena adanya kontak dari dua elektrode dan dihubungkan dengan sistem padat atau cair ketika solar panel mendapatkan cahaya. (Amanda et al., 2010). Efek *photovoltaic* ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839. Solar Panel dapat mengisi daya saat pagi hari sampai sore hari dimana pada waktu itu Solar Panel dapat menangkap cahaya matahari.

Energi yang dihasilkan oleh Solar Panel dapat disimpan dalam baterai untuk disimpan dan dapat digunakan langsung. Tipe panel surya *monocrystalline* tegangan rata-rata 20 V. Besarnya arus pengisian rata-rata *monocrystalline* 2 A. Dari analisa data sementara didapatkan kesimpulan bahwa solar cell tipe *monocrystalline* cocok digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga surya pada kondisi iklim tropis di Indonesia (Darmawan et al., 2019). Penggunaan kapasitas baterai juga berpengaruh pada lama proses pengisian solar

panel. Menggunakan motor DC agar tidak mengubah arus dari baterai ke arus AC, karena kebanyakan barang elektronik menggunakan arus AC sehingga kita tidak terpikirkan untuk menggunakan motor DC.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti ingin memanfaatkan penggunaan energi alternatif menggunakan solar panel tipe *Monocrystalline* untuk mengisi batterai dan selanjutnya dimanfaatkan untuk menggerakkan motor DC, yang putarannya akan digunakan untuk memarut kelapa. Alat tersebut dimana akan digunakan kepada masyarakat khususnya pedagang yang berjualan di pasar atau juga industri rumahan yang memanfaatkan mesin parut kelapa. Serta mengurangi konsumsi pemakaian bahan bakar minyak dimana masih ada beberapa mesin parut kelapa yang masih menggunakan bahan bakar minyak atau juga mengurangi konsumsi listrik rumah untuk mengurangi biaya pembayaran listrik pada industri rumahan.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Panel Surya

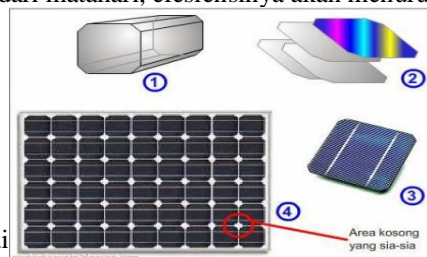
Panel surya menghasilkan energi listrik dengan mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi cahaya dari matahari menjadi energi listrik secara langsung. *Charger Controller* digunakan untuk menstabilkan pengisian baterai sehingga menjamin panel dan baterai bekerja secara optimal dan akan otomatis berhenti mengisi jika kondisi baterai sudah penuh. Baterai untuk menyimpan tenaga listrik dari panel surya sebelum digunakan untuk menggerakkan beban salah satunya mesin parut kelapa. Jika tidak menggunakan baterai, energi surya hanya dapat digunakan pada saat ada sinar matahari. *Inverter* merupakan perangkat yang mengkonversikan tegangan DC menjadi tegangan AC. Perlu untuk diingat bahwa panel surya dan baterai menggunakan arus DC. Sedangkan beban merujuk pada alat apapun yang memerlukan daya listrik, dan merupakan jumlah konsumsi listrik dari semua peralatan listrik yang dihubungkan dengan sistem (Andriawan & Slamet, 2017). Dapat ditunjukkan pada gambar 1 dibawah



Gambar 1. Sistem Instalasi Panel Surya

2.2 Panel Surya Monocrystalline

Panel Surya *Monocrystalline* terbuat dari batang silicon murni yang tipis, merupakan jenis panel surya yang efisien karena dapat menghasilkan daya listrik tinggi saat kondisi cuaca sangat cerah. *Monocrystalline* dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi daya listrik besar pada tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat panas. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%-20%. Kekurangan dari panel surya jenis *monocrystalline* adalah tidak akan bekerja dengan baik di tempat yang kekurangan cahaya matahari atau minim pencahayaan dari matahari, efisiensinya akan menurun drastis dalam kondisi berawan.



Dari gambar 2.6. diatas dapat diurai

1. Batangan kristal silicon murni
2. Irisan kristal silicon yang sangat tipis
3. Sebuah sel surya *monocrystalline* yang sudah jadi

4. Sebuah panel surya monocrystalline yang berisi susunan sel surya *monocrystalline*. Terlihat area kosong yang tidak tertutup karena bentuk sel surya jenis ini.

2.3 Mesin Parut Kelapa

Mesin parut kelapa merupakan salah satu mesin dengan hasil teknologi untuk kebutuhan rumah tangga atau industri kecil yang proses kerjanya untuk menghancurkan daging buah kelapa menjadi butiran-butiran kecil, dengan tujuan untuk dijadikan olahan lainnya salah satunya adalah santan yang terkandung di daging buah kelapa. Selama ini proses pamarutan kelapa yang dilakukan masyarakat dikerjakan dengan cara manual, yaitu dengan menggunakan plat besi yang terdapat duri-duri kecil berada dipermukaan plat untuk memaarut kelapa, cara ini sangat sederhana untuk memarut kelapa meskipun membutuhkan waktu dan tenaga untuk memarut kelapa (Gundara & Riyadi, 2017).

Untuk memenuhi kebutuhan santan yang diperlukan, masyarakat cenderung membeli kelapa yang sudah diparut oleh pedagang dipasar. Mesin parut kelapa yang digunakan oleh pedagang umumnya menggunakan parut kelapa yang sudah dilengkapi dengan motor bensin, harga dari mesin parut kelapa ini sedikit mahal dan memerlukan perawatan. Juga sudah banyak diproduksi massal untuk pembuatan mesin parut kelapa menggunakan daya motor dynamo arus AC yang harganya tidak terlalu mahal dan perawatannya juga mudah (Gundara & Riyadi, 2017).



2.4 Daya Penggerak

Secara umum daya dapat diartikan sebagai suatu kekuatan yang dibutuhkan untuk melakukan sebuah kerja, yang dapat dinyatakan dalam satuan Watt ataupun HP. Penentuan besar daya yang dibutuhkan untuk memperhatikan beberapa hal yang dapat mempengaruhi, diantaranya adalah:

1. Berat dan gaya yang bekerja pada mekanisme.
2. Kecepatan putar dan torsi yang terjadi.

Berikut beberapa rumus untuk mencari harga daya, gaya, torsi, kecepatan putar dan berat yang terjadi pada mekanisme mesin:

- a) Untuk mencari torsi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T = F \times l$$

- b) Untuk mencari Brake Power dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$N_e = \frac{2 \pi n T}{60 \times 75}$$

Keterangan

T = Torsi (Kg/m)

F = Gaya (Kg)

l = Panjang Lengan (m)

n = Putaran Mesin (rpm)

N_e = Daya poros/daya efektif (bhp)

(Sumber : (Laharkharisma, 2015))

3 METODE PENELITIAN DAN BAHAN

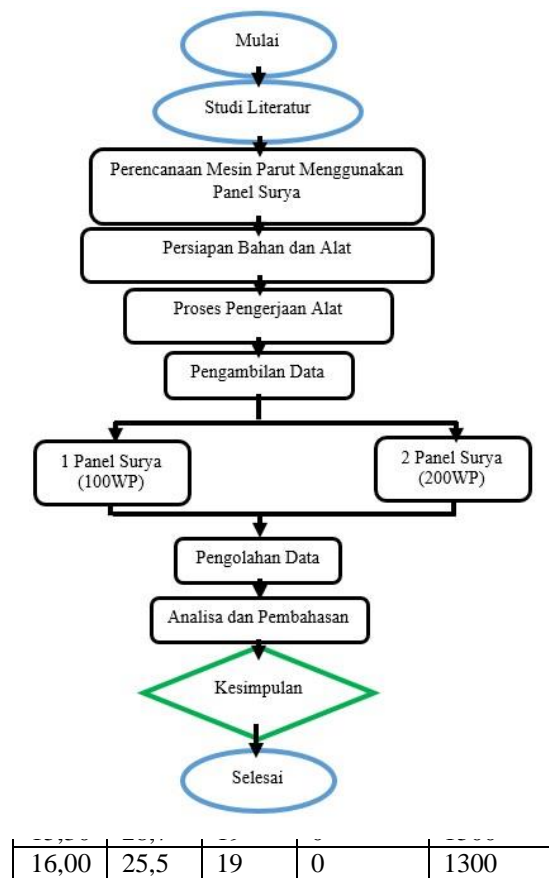
Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu melakukan pengamatan serta menganalisa secara langsung untuk mendapatkan data sebab dan akibat melalui eksperimen sehingga didapatkan data yang diperoleh. Dalam hal ini penelitian yang dilakukan adalah hasil daya pengisian panel surya terhadap baterai dan kinerja mesin parut kelapa saat kondisi baterai mengalami pengisian atau tidak.

3.1 *Alat dan Bahan*

Alat dan Bahan yang digunakan untuk penelitian ini sebagai berikut :

- a. 2 buah Panel Surya 100WP
- b. Solar *Charger Controller*
- c. 1 buah baterai 12v 100Ah
- d. Dinamo Motor DC
- e. Parut Kelapa
- f. Tachometer
- g. Voltmeter
- h. Lux Meter
- i. Termostat Digital
- j. Tang Ampere

3.2 Diagram Alir Penelitian

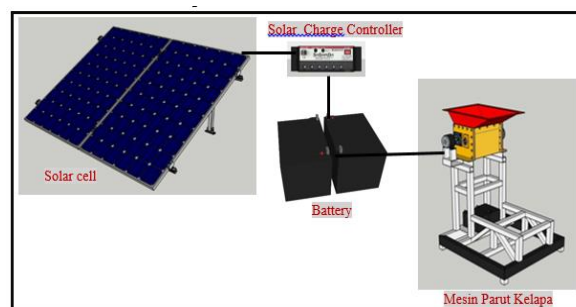


Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di bengkel UD. Blimbing bertempat di Jl. LA. Sucipto No.32, Blimbing, Kota Malang. Karena seluruh perlengkapan dan proses pembuatan dikerjakan di sana. Lokasi juga mendukung karena paparan sinar matahari sangat terik sehingga dapat lancar saat proses penelitian.

3.4 Desain Perancangan



Dalam perancangan pemanfaatan energi yang dihasilkan oleh panel surya untuk sumber energi menggerakkan mesin parut kelapa seperti gambar.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data menggunakan panel surya 100wp dan 200wp

4.1 Hasil data

Tabel 4.1 Pengambilan Data 100wp Hari pertama

Jam	T (°C)	Volt (V)	Ampere (I)	Intensitas Cahaya (Lux)
08,00	35,1	21	6,20	110000
08,30	30,9	20	4,31	85000
09,00	31,1	20,6	5,89	87000
09,30	32,1	21	8,69	137000
10,00	41,9	21	11,46	193000
10,30	38,9	20	6,57	107000
11,00	38	21	7,83	130000
11,30	37	20	6,22	92000
12,00	40,8	21	5,37	91000
12,30	38,4	21,5	5,38	85000
13,00	36,4	22	4,59	61000
13,30	38,3	22	7,61	130000
14,00	34,5	21,6	2,93	42000
14,30	34,6	21	4,18	60000
15,00	32,8	22,4	2,98	36000
15,30	30	22	1,86	18000
16,00	32,3	21,6	1,64	16200

Tabel 4.2 Pengambilan Data 100wp Hari kedua

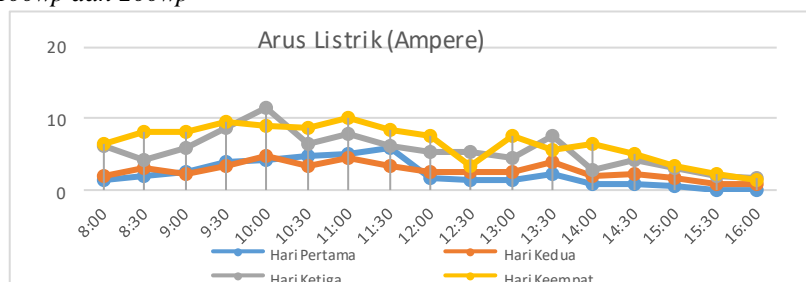
Jam	T (°C)	Volt (V)	Ampere (I)	Intensitas Cahaya (Luxx)
08,00	37,6	22,6	6,36	142000
08,30	39,8	22,4	8,17	155000
09,00	39,1	22,2	8,14	185000
09,30	38,5	22	9,53	209000
10,00	40,5	22,5	8,99	215000
10,30	40,1	22,4	8,67	223000
11,00	44,6	22,2	10,18	221300
11,30	46,9	22	8,43	193300
12,00	45,9	21	7,62	156000
12,30	37,5	21,1	3,36	47000
13,00	37,3	22	7,69	145000
13,30	41,8	21	5,54	90700
14,00	40	22	6,39	86000
14,30	39	22	4,94	60000
15,00	36	21,6	3,40	43000
15,30	34,4	21,5	2,19	28000
16,00	31	21,2	1,38	15300

Tabel 4.3 Pengambilan Data 200wp Hari ketiga

Tabel 4.4 Pengambilan Data 200wp Hari Keempat

Jam	T (°C)	Volt (V)	Ampere (I)	Intensitas Cahaya (Lux)
08,00	39,3	22	1,96	152000
08,30	37	21	3,18	183200
09,00	35,8	21	2,28	146000
09,30	32,1	21	3,36	180000
10,00	41,9	20	4,87	210000
10,30	38,9	20	3,41	115000
11,00	48	21	4,49	160000
11,30	37	20	3,33	88000
12,00	40,8	21	2,64	91000
12,30	38,4	21,5	2,53	93000
13,00	36,4	22	2,53	68000
13,30	38,3	22	3,95	160000
14,00	34,5	21,6	1,86	51000
14,30	34,6	22,5	2,24	60800
15,00	32,8	22,4	1,70	37000
15,30	30	22	1	27000
16,00	32,3	21,6	0,85	19300

4.2 Perbandingan 100wp dan 200wp



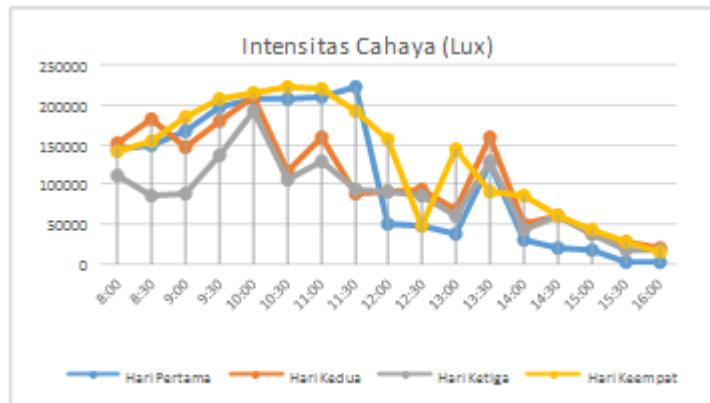
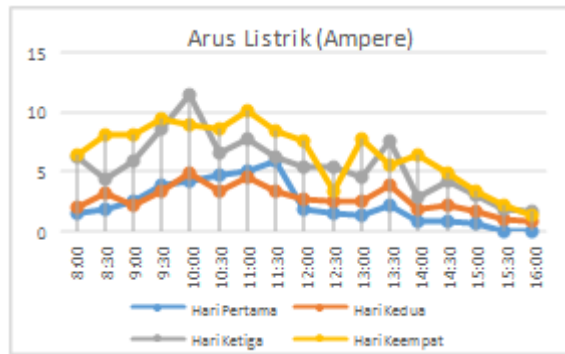
Gambar 1 Perbandingan Arus 100wp dan 200wp

Dapat dilihat pada gambar 1 diatas menunjukkan grafik arus listrik yang dihasilkan oleh 1 panel 100WP dan 2 panel 200WP. Analisa menggunakan 1 panel surya 100WP untuk pengujian hari pertama arus yang dihasilkan paling besar 5,92 Ampere pada jam 11.30 dan pada pengujian hari kedua arus yang dihasilkan paling besar 4,87 Ampere pada jam 10.00. Serta dilihat pada grafik mengalami penurunan arus pada jam 12.00-13.30 selanjutnya mengalami kenaikan arus dan terjadi penurunan arus.

Analisa menggunakan 2 panel surya 200WP untuk pengujian hari ketiga arus yang dihasilkan paling besar 11,46 Ampere pada jam 10.00 dan pada pengujian hari keempat arus yang dihasilkan paling besar 10,18 Ampere pada jam 11.00. Dapat dilihat pada Gambar 4.1 jam 11.00-12.00 dan jam 14.30-16.00 sama-sama terjadi penurunan arus yang dihasilkan.

Pada penggunaan 1 panel surya dan 2 panel surya saat jam 08.00 menghasilkan arus yang hampir sama, namun setelah melewati jam 08.00 arus yang dihasilkan berubah, ini diakibatkan karena intensitas cahaya yang diterima pada jam 08.30 bervariasi dapat dilihat pada Gambar 4.2. Untuk rata-rata pada jam 08.00 – 11.00 mengalami kenaikan arus dan dapat ditunjukkan juga pada Gambar 4.2 intensitas cahaya rata-rata pada jam 08.00 – 11.00 intensitas cahaya yang diterima mengalami kenaikan.

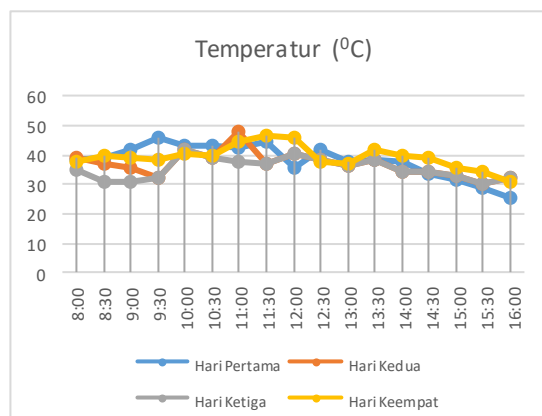
Setelah jam 11.30 rata-rata arus yang dihasilkan oleh panel surya yang menggunakan 1 panel surya maupun menggunakan 2 panel surya mengalami penurunan arus, dapat juga dilihat pada Gambar 4.2 intensitas cahaya pada jam 11.00 – 16.00 mengalami penurunan intensitas cahaya. Dimana pada pengujian sebelumnya pengaruh intensitas cahaya matahari pada kinerja panel surya dapat meningkatkan arus yang dihasilkan (Usman, 2020) dapat dibuktikan dengan hasil pengujian ini.



Gambar 2 Perbandingan Intensitas Cahaya

Pada gambar 2 intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya bervariasi, dari keempat grafik intensitas cahaya mengalami kemiripan pada jam 11.00-16.00 dimana intensitas cahaya yang diterima mengalami penurunan dan mengalami kenaikan intensitas cahaya pada jam 13.30. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 3 grafik temperatur pada jam 13.30 juga mengalami kenaikan temperatur. Dimana dapat dibuktikan pada penelitian sebelumnya dalam perubahan temperatur juga dapat mempengaruhi produksi listrik yang dihasilkan (Suryana, 2016) sehingga dapat dibuktikan saat temperatur naik dan intensitas cahaya naik maka arus yang dihasilkan juga akan naik dan sebaliknya.

Untuk hari pertama nilai intensitas cahaya yang paling besar pada jam 11.30 dengan intensitas cahaya yang diterima sebesar 222.000 Lux, sedangkan untuk hari kedua nilai intensitas cahaya yang paling besar pada jam 10.00 dengan intensitas cahaya yang diterima sebesar 210.000 Lux. Untuk hari ketiga nilai intensitas cahaya yang paling besar pada jam 10.00 dengan intensitas cahaya yang diterima sebesar 193.000 Lux, sedangkan untuk hari keempat nilai intensitas cahaya yang paling besar pada jam 10.30 dengan intensitas cahaya yang diterima sebesar 223.000 Lux.



Gambar 4.3 mengalami kesamaan pada temperatur awal jam 08.00 dan juga penurunan temperatur dimulai jam 12.30. Pengujian hari pertama temperatur yang paling besar 45,8°C jam 9.30 dan hari kedua temperatur yang paling besar 48°C jam 11.00. Dapat dilihat untuk temperatur hari ketiga lebih rendah daripada hari keempat. Dimana temperatur paling tinggi pada hari ketiga sebesar 41,9°C jam 10.00 dan hari keempat temperatur paling tinggi sebesar 46,9°C jam 11.30.

4.3 Perhitungan Torsi dan Daya

Pengambilan data untuk mendapatkan nilai torsi dan daya pada mesin parut kelapa didapatkan untuk beban yang diambil sebesar 6,7Kg, arus yang keluar dari batterai sebesar 6,90 Ampere, Tegangan yang dihasilkan 13 V dan kecepatan putaran pada motor DC 3250rpm.

Perhitungan Torsi pada mesin parut kelapa motor DC

$$T = F \times r$$

$$T = 6,7 \times 0,1$$

$$T = 0,026 \text{ kg.m}$$

Perhitungan Daya Motor Efektif

$$N_e = \frac{2\pi \times n \times T}{60 \times 75}$$

$$N_e = \frac{2 \times 3,14 \times 3250 \times 0,026}{60 \times 75}$$

$$N_e = 0,117 \text{ Hp}$$

4.4 Kapasitas Mesin Parut Kelapa

Tabel 5 Kapasitas Mesin Parut Kelapa

		Waktu	I	T	W
DC	2kg	9,16	8,7 6 A	12, 6V	110,37 W
AC	2kg	7,3	2,5 3 A	220 V	556,6 W

Untuk menjaga efisiensi baterai, dan untuk melakukan pengaturan beban yang optimal, baterai perlu dijaga pada kondisi 100%-20% SOC (State of charge). Baterai telah memasuki kondisi perlu diisi ulang dayanya ketika kondisi SOC baterai telah mencapai titik 50%. (Pangemanan, 2017)

Jika menggunakan 2 panel

Rata-rata dalam pengambilan data pada 2 hari daya yang dihasilkan 129,27 Watt dalam sehari dapat mengisi baterai sebesar 129,75 x 8 jam = 1.038

$$50\% \text{ Daya dari Baterai} + \text{Daya yang dihasilkan Panel Surya} = \text{Total Daya}$$

$$600 + 1.038 = 1.638$$

$$\text{Total Daya} \div \text{Daya yang diperlukan} = \text{Waktu Pengerjaan}$$

$$1638 \div 110,37 = 14,8 \text{ jam}$$

Dalam pengujian pada mesin parut kelapa menggunakan Motor DC yang sudah dirangkai dapat dilihat hasil data pada tabel diatas dimana penggunaan sehari selama 14,8 jam.

$$\text{Waktu pengerjaan} \times \text{Kapasitas dalam 1 jam} = \text{Total kapasitas}$$

$$(14,8 \text{ jam} \times (60 \text{ menit} \div 9,16)) \times 2 \text{ Kg} = 96 \times 2 \text{Kg} = 192$$

Jika Kapasitas yang dihasilkan sama, maka dengan menggunakan Motor AC dapat dilakukan dengan waktu

$$\text{Kapasitas Total} \div \text{Kapasitas awal} \times \text{Waktu} : 1 \text{jam} = \text{Lama Pengerjaan}$$

$$192 \div 2 \times 7,3 \div 60 = 96 \times 7,3 \div 60 = 11,6 \text{ jam}$$

$$\text{Daya} \times \text{Lama penggunaan} = \text{Watt}$$

$$556,6 \times 11,6 \text{ jam} = 6456,56 \text{ Watt} \rightarrow 6,45 \text{ kWh}$$

Jika menggunakan mesin parut kelapa motor AC dapat memarut kelapa sama dengan menggunakan motor DC, maka konsumsi Daya yang dibutuhkan pada mesin parut kelapa motor AC sebesar 6,45 Kwh dimana jika 1 Kwh seharga Rp. 1.444,00 /kWh maka sehari mengeluarkan biaya untuk membeli listrik seharga Rp. 9.313,00 /Hari, Rp232.825/25 Hari/Bulan, Rp. 2.793.900,-/Tahun. Untuk merancang sebuah mesin parut kelapa bertenaga surya hanya memerlukan biaya sebesar Rp. 4.000.000,-

5 KESIMPULAN

1. Intensitas cahaya yang diterima pada permukaan panel surya dapat mempengaruhi nilai arus yang dihasilkan untuk mengisi pada batterai.
2. Pada saat kemiringan 30° panel surya menghadap matahari nilai arus tertinggi pada jam 11.00 dan mulai jam 12.00 arus yang dihasilkan mulai menurun
3. Menggunakan 1 panel surya monocrystalline 100WP dirasa cukup untuk melakukan pengechasan pada batterai dimana digunakan untuk menggerakkan mesin parut kelapa menggunakan motor DC.
4. Dalam jangka waktu yang lama, memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi listrik sangat efisien dan dapat menghemat pengeluaran untuk membayar listrik.

5. Penggunaan motor DC sebagai mesin parut kelapa dengan daya yang dikeluarkan lebih kecil daripada menggunakan motor AC.

6 SARAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa aspek yang perlu dikembangkan pada penelitian selanjutnya, oleh karena itu berikut beberapa saran yang sekiranya dapat bermanfaat :

- Guna mendapatkan hasil data yang maksimal perlu menambahkan alat ukur anemometer agar dapat mengetahui kecepatan angin, karena dari kecepatan angin dapat mempengaruhi temperatur.
- Dalam pengembangan pada pemanfaatan panel surya untuk pengujian selanjutnya, dimana agar arus yang dihasilkan bisa maksimal dapat menambahkan sensor cahaya agar panel surya dapat bergerak mengikuti arah matahari.

7 DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, G., Rimbawati, & Harapah, P. (2010). Perbandingan Penggunaan Motor Dc Dengan Motor Ac Sebagai Penggerak Pompa Air Yang Disuplai Oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts). *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201*, 2(1), 41–49.
- Andriawan, A. H., & Slamet, P. (2017). Tegangan Keluaran Solar Cell Type Monocrystalline Sebagai Dasar Pertimbangan Pembangkit Tenaga Surya. *Jurnal Penelitian LPPM Untag Surabaya*, 2(1), 39–45.
- Asrori, A., & Yudiyanto, E. (2019). Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal. *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), 68. <https://doi.org/10.36055/fwl.v1i1.7134>
- Darmawan, M. Y., Anrokhi, M. S., & Komarudin, A. (2019). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kinerja Panel Surya Tipe Mono-Crystalline Silicon Berbasis IoT. *Electrician*, 13(3), 81–83. <https://doi.org/10.23960/elc.v13n3.2127>
- Gundara, G., & Riyadi, S. (2017). Rancang Bangun Mesin Parut Kelapa Skala Rumah Tangga Dengan Motor Listrik 220 Volt. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 6(1), 8–13. <https://doi.org/10.24127/trb.v6i1.461>
- Pangemanan, G. A. (2017). *Kajian Eksperimen Discharge Test Pada Baterai 12v Yang Dihubungkan Dengan Motor Dc Feedback Tipe No. 63-110 Di Laboratorium Listrik Dan Otomasi Kapal*. 63, 93. <http://repository.its.ac.id/2964/>
- R. Pahlevi. (2014). *Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya*.
- Studi, P., Elektro, T., & Teknik, F. (2019). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Lampu*. 6(4), 51–57.
- Suryana, D. (2016). Pengaruh Temperatur/Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya). *Jurnal Teknologi Proses Dan Inovasi Industri*, 1(2), 5–8. <https://doi.org/10.36048/jtpii.v1i2.1791>
- Usman, M. (2020). Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52–57. <https://doi.org/10.30591/polektr.v9i2.2047>