

# RANCANG BANGUN MESIN PENGUPAS KACANG TANAH DENGAN SWITCHING PLN DAN PV SEBAGAI SUMBER PENGGERAK MOTOR AC

Wafik Azizah<sup>1</sup>, Purwiyanto<sup>2</sup>, Arif Sumardionot<sup>3</sup>  
 Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Cilacap, Indonesia<sup>1,2</sup>  
 Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Cilacap, Indonesia<sup>3</sup>  
 email: [wafikazizah833@gmail.com](mailto:wafikazizah833@gmail.com)

## Abstract

*Process of peeling peanuts still uses human power. Innovation in making tools to make it easier for peanut farmers to peel the peanut shells faster. The solution to this problem is to use mechanical methods. Based on these problems, a peanut peeler machine was made which is equipped with an Automatic Transfer Switch (ATS) system and a voltage and current sensor on the machine which aims to save PLN electrical energy and shorten the stripping time. Voltage and current values are displayed via the LCD screen. In this study, the author uses 2 sources of electricity, namely PLN and 830WP solar panels as an energy source to supply voltage to the 2000W inverter to turn on the 1 Phase 0.25 HP AC motor with 200Watt power and 100Ah battery capacity. The results of this study are the peanut peel system in one hope is able to peel  $\pm 300$  grams of peanut skin in 323 seconds, 400 grams of peanuts in 345 seconds and 500 grams of peanuts can be peeled an average of 364 seconds.*

**Keywords:** Peanut Peeler Machine, Solar Panel, AC Motor 1 Phase 0.25 HP.

## Abstrak

Proses mengupas kacang tanah masih menggunakan tenaga manusia. Inovasi dalam pembuatan alat untuk memudahkan petani kacang dalam mengupas kulit kacang lebih cepat. Solusi untuk masalah ini adalah dengan menggunakan metode mekanis. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibuatlah mesin pengupas kacang tanah yang dilengkapi dengan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan sensor tegangan dan arus pada mesin yang bertujuan untuk menghemat energi listrik PLN dan mempersingkat waktu pengupasan. Nilai tegangan dan arus ditampilkan melalui layar LCD. Dalam penelitian ini penulis menggunakan 2 sumber listrik yaitu PLN dan panel surya 830WP sebagai sumber energi untuk mensuplai tegangan ke *inverter* 2000 Watt untuk menghidupkan motor AC 1 Phase 0,25 HP dengan daya 200Watt dan kapasitas baterai 100Ah. Hasil dari penelitian ini adalah sistem kupas kacang tanah dalam satu harapan mampu mengupas  $\pm 300$ gram kulit kacang tanah dalam 323 detik, 400 gram kacang tanah dalam 345 detik dan 450 gram kacang tanah dapat dikupas rata-rata 364 detik

**Kata Kunci:** Mesin Pengupas Kacang Tanah, Panel Surya, Motor AC 1 Phasa 0,25 HP.

## I. PENDAHULUAN

Kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) merupakan salah satu tanaman legum yang mempunyai nilai ekonomi tinggi karena kandungan gizinya terutama protein dan lemak yang tinggi, namun produksi kacang tanah di Indonesia terus mengalami penurunan sehingga kebutuhan akan kacang tanah tidak terpenuhi<sup>[1]</sup>. Penanganan pasca panen yang baik akan sangat membantu meningkatkan pendapatan petani. Penanganan pasca panen kacang tanah meliputi: pengeringan, pengupasan, pembersihan, sortasi dan penyimpanan<sup>[2]</sup>.

Pengupasan kacang tanah pada umumnya dilakukan dengan cara manual menggunakan tangan, hal itu dianggap kurang efektif karena dapat menguras tenaga dan membutuhkan waktu lama, tekstur kulit kacang yang keras dapat mengakibatkan luka pada tangan petani yang melakukan pengupasan<sup>[3]</sup>. Pengupasan kacang tanah dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu manual (tanpa alat bantu) dan dengan alat pengupas<sup>[4]</sup>. Alat pengupas kulit kacang tradisional yang biasanya dipakai petani terdiri dari beberapa jenis yaitu model ayun, model engkol dan model pedal<sup>[5]</sup>.

Pengupasan dengan cara manual menggunakan tangan dianggap kurang efektif karena dapat menguras tenaga dan membutuhkan waktu lama, tekstur kulit kacang yang keras dapat mengakibatkan luka pada tangan petani yang melakukan pengupasan<sup>[5]</sup>. Proses pengupasan kacang tanah dengan cara manual yaitu tidak bisa melakukan pengupasan dalam waktu singkat dengan jumlah yang banyak<sup>[6]</sup>.

Kekurangan yang ada pada mesin pengupas kacang tanah otomatis yaitu belum adanya penggunaan tenaga surya, sehingga pengupasan kacang tanah dapat terhenti karena terjadinya pemadaman listrik. Berkaitan sebagai upaya mengatasi kekurangan tersebut maka muncul ide kreatif dan inovatif untuk memunculkan mesin pengupas kacang tanah dengan sumber listrik PLN dan tenaga surya yang secara otomatis digunakan secara bergantian. Mesin ini dapat mengupas kacang tanah lebih cepat dibandingkan dengan cara manual. Manfaat lain untuk memudahkan masyarakat dalam mengembangkan kreativitas dan mengarahkan kepada masyarakat untuk beralih menggunakan mesin otomatis yang memiliki manfaat sangat banyak dalam menyingkat waktu pengerjaan.

Solusi dari permasalahan tersebut maka dibuatlah mesin pengupas kulit kacang tanah menggunakan motor listrik 1 phasa dengan tenaga 0,25 HP yang dilengkapi dengan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS). Fungsi ATS pada mesin bertujuan untuk merubah energi listrik dari PLN ke panel surya sehingga dapat menghemat pengeluaran pembayaran listrik PLN. Penggunaan sensor tegangan dan arus sebagai monitoring tegangan dan arus yang ada pada panel surya yang ditampilkan pada layar LCD. Sistem pengupas kacang dilengkapi dengan kipas angin dan pisau pengupas bertujuan untuk mengupas dan misahkan antara daging dengan kulitnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Panel Surya

Sel surya *potovoltaic* merupakan suatu alat yang mengubah energi sinar matahari secara langsung menjadi listrik dengan proses efek *photovoltaic* (PV). Efek *photovoltaic* merupakan fenomena munculnya voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat terkena energi matahari[7]. *Photo* merujuk kepada cahaya dan *voltaiic* mengacu kepada tegangan. *Photovoltaic cell* dibuat dari material semikonduktor *silikon* yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus. Saat cahaya matahari mencapai *cell* maka elektron akan terlepas dari atom *silikon* dan mengalir membentuk sirkuit sehingga energi listrik dibangkitkan[8]. Pengembangan teknologi *Solar Cell* atau *Photovoltaic* dimulai saat Antoine - César Becquerel, seorang fisikawan di Perancis melakukan serangkaian penelitian tahun 1839. Becquerel menemukan bahwa tegangan listrik terjadi saat cahaya jatuh pada elektroda yang digunakannya pada penelitiannya tersebut<sup>[7]</sup>.

Panel surya terdapat beberapa jenis, berikut jenis-jenis panel surya:

#### 1. Monokristal (*Mono-crystalline*)

Panel surya ini merupakan panel surya yang paling efisien karena menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Panel surya ini memiliki nilai efisiensi sampai dengan 15%. Panel surya jenis ini tidak akan berfungsi ditempat yang cahaya matahari kurang, kestabilan dari panel surya ini akan turun drastis dalam cuaca berawan<sup>[8]</sup>.

#### 2. Polikristal (*Poly-Crystalline*)

Panel surya ini memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Panel surya *polycrystal* dibandingkan dengan jenis panel surya *monocrystal*, panel surya tipe *polycrystal* memerlukan luas permukaan yang lebih besar untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Efisiensi panel surya tipe *polycrystal* lebih rendah dibandingkan panel surya tipe *monocrystal* sehingga harga panel surya tipe *polycrystal* cenderung lebih rendah<sup>[8]</sup>.

### B. Baterai

Baterai atau *Storage Battery* adalah sebuah sel atau elemen sekunder yang merupakan sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai termasuk elemen elektro kimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen sekunder. Kutub positif baterai menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng timbal sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat.

Ketika baterai dipakai, terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan endapan pada anoda (*reduksi*) dan katoda (oksidasi). Akibatnya, dalam waktu tertentu antara anoda dan katoda tidak ada beda potensial, artinya baterai menjadi kosong. Baterai dapat dipakai lagi dengan cara diisi arus listrik kearah yang berlawanan dengan arus listrik yang dikeluarkan baterai. Ketika baterai diisi akan terjadi pengumpulan muatan listrik. Pengumpulan jumlah muatan listrik dinyatakan dalam ampere jam disebut tenaga baterai. Pada kenyataannya, pemakaian baterai tidak dapat mengeluarkan seluruh energi yang tersimpan baterai itu. Oleh karenanya, baterai mempunyai rendemen atau efisiensi<sup>[9]</sup>.



Gbr 1. Baterai 100 Ah

### C. Motor Induksi

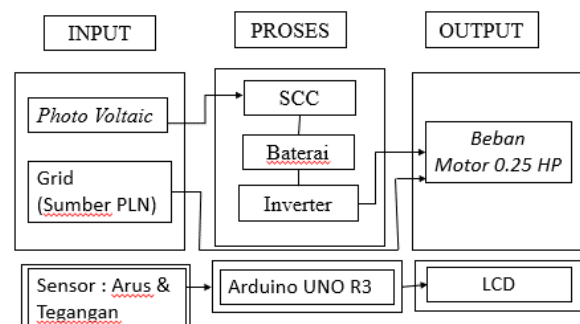
Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak-balik (AC) yang paling luas digunakan penamaannya berasal dari kenyataan bahwa motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator.

Motor induksi sangat banyak digunakan di dalam kehidupan sehari-hari baik di industri maupun di rumah tangga. Motor induksi yang umum dipakai adalah motor induksi 3-fase dan motor induksi 1-fase. Motor induksi 1-fase dioperasikan pada sistem tenaga 1-fase dan banyak digunakan terutama untuk peralatan rumah tangga seperti kipas angin, lemari es, pompa air, mesin cuci dan sebagainya karena motor induksi 1-fase mempunyai daya keluaran yang rendah<sup>[10]</sup>.

## III. METODE

### A. Diagram Blok Sistem

Sistem yang akan dibuat sesuai dengan blok diagram sistem yang dapat dilihat pada gambar



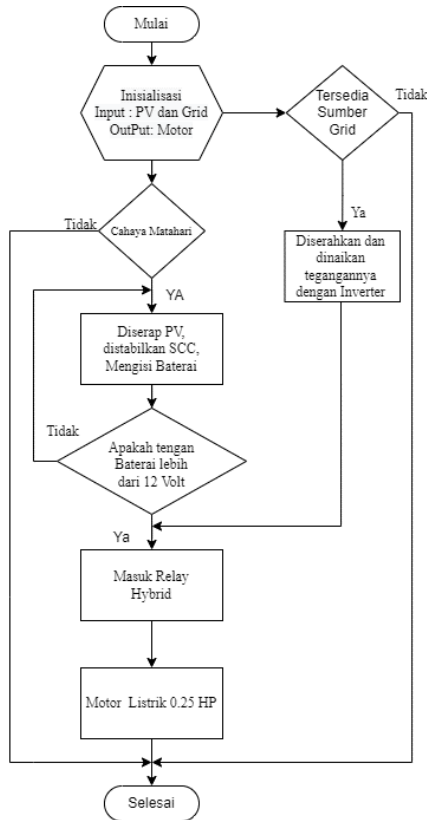
Gbr 2. Diagram Blok Sistem

Sistem *supply* daya merupakan sistem yang memberikan sumber tegangan ke sistem kendali agar dapat bekerja, sistem *supply* daya yang digunakan adalah sistem *switching* sehingga dapat dikatakan sistem ini memiliki 2 sumber pemasok yang berbeda. Sumber daya utama pada mesin pengupas kacang adalah dari PV dan yang kedua dari *grid* (konvensional/PLN). Sistem ini memiliki sistem *switching* atau ATS (*Automatic Transfer Switch*) yang berfungsi untuk mengganti sumber *supply* tegangan listrik dengan secara manual dan otomatis. PV tidak mendapatkan sumber yang cukup dan tidak memiliki daya, *relay* akan beralih ke PLN. Sebaliknya, jika PV memiliki sumber catu

daya yang cukup maka akan dialihkan Kembali ke PV. Namun, di luar sistem alat ini juga dapat difokuskan pada satu sumber pasokan listrik. Sistem kontrol yang mengendalikan kerja dari mesin pengupas kacang tanah secara otomatis. Platform mikrokontroller yang digunakan adalah Arduino Uno R3 untuk mengontrol sistem kerja *input* dan *output* secara terprogram.

**B. Flowchart Perancangan Sistem**

Flowchart merupakan diagram alir suatu sistem untuk melihat tahapan proses pada sistem tersebut. Flowchart sistem keamanan menggunakan pendeteksian wajah dapat dilihat pada gambar 3.

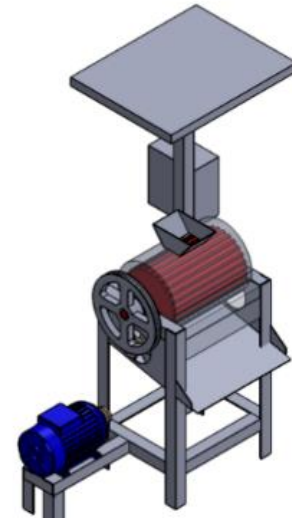


Gbr 3. Flowchart

Prinsip kerja dari alat ini adalah sistem penyulangan energi listrik untuk pengupas kacang tanah, dari porses konversi energi dari PV sampai mengeluarkan tegangan. Sumber PV mendapat cahaya matahari maka photon akan dikonversikan dalam energi listrik DC dengan tegangan maksimal 21,6Volt tegangan *open circuit*, tegangan tersebut akan distabilkan oleh *solar charger controller* untuk mengatur keluaran tegangan masuk dari PV menuju ke baterai. Kondisi baterai masih memiliki daya maka tegangan yang cukup maka akan disalurkan ke *relay*. Sumber tegangan PLN tersedia maka tegangan akan diserahkan dan diturunkan menjadi 12 VDC yang akan mengaktifkan *relay*. Sumber listrik PV merupakan sumber utama. Jika sumber PV mati maka sumber PLN yang akan menyuplai sistem apabila kedua sumber mati maka sistem tidak akan bekerja karena tidak mendapat tegangan.

**C. Perancangan Perangkat Keras**

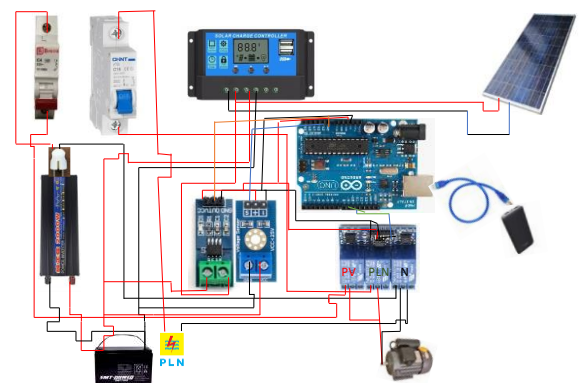
Perancangan mekanik ini meliputi pembuatan rangka yang menggunakan bahan plat besi. Desain mekanik alat dibuat dengan menggunakan *Software Solid Work*.



Gbr 4. Desain Alat

**D. Perancangan Rangkaian Elektrikal**

Perancangan elektrikal merupakan gambaran secara utuh tentang elektrikal dari alat yang akan dibuat. Adapun perancangan dari keseluruhan alat yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 5 sebagai berikut:



Gbr 5. Perancangan Sistem

**E. Kapasitas Alat**

Kapasitas merupakan kemampuan mesin untuk mengupas bahan per satuan waktu dapat diselesaikan dengan persamaan (1)[5].

$$Ka = \frac{Wp}{t} \text{ (kg/jam)} \dots \dots \dots (1)$$

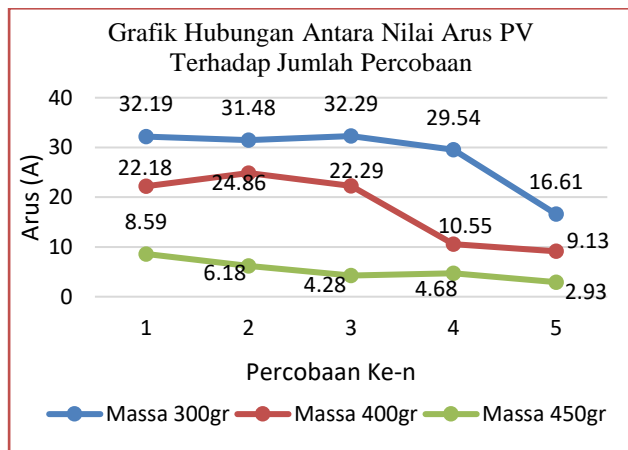
Keterangan:

- Ka = Kapasitas Aktual (kg/jam)
- Wp = Berat Total Biji yang Keluar dari Mesin (kg)
- t = Waktu yang dibutuhkan untuk pengupasan (detik)

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tujuan pengujian dan pengukuran ini untuk memastikan apakah sistem bekerja dengan baik seperti perancangan awal yang sudah direncanakan.

### A. Hubungan Antara Nilai Arus PV Terhadap Jumlah Percobaan



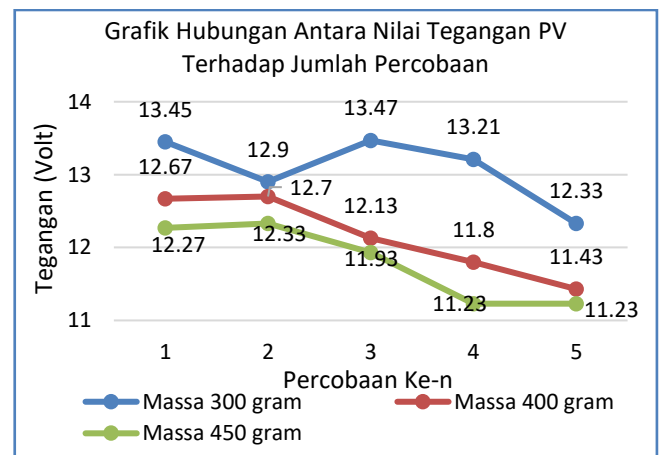
Gbr 6. Grafik Hubungan Nilai Arus

Gambar 6 merupakan grafik hubungan antara nilai arus pv terhadap jumlah percobaan. Grafik diatas terdapat peningkatan dan penurunan arus yang terjadi saat pengujian. *Massa* kacang 300 gram pengujian arus terbesar yang dihasilkan yaitu sebesar 32,19 Ampere dan arus terkecil yang dihasilkan sebesar 16,61 Ampere. *Massa* kacang 400 gram pengujian arus terbesar yang dihasilkan sebesar 22,18 Ampere dan arus terkecil yang dihasilkan sebesar 9,13 Ampere. *Massa* kacang 450 gram pengujian arus terbesar yang dihasilkan yaitu 8,59 Ampere dan arus terkecil yang dihasilkan yaitu 2,93 Ampere. Arus yang dihasilkan oleh panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, PV yang dirangkai parallel menghasilkan arus yang besar, banyaknya beban, intensitas cahaya matahari dan kabut/awan tebal.

### B. Hubungan Antara Nilai Tegangan PV Terhadap Jumlah Percobaan

Gambar 7 merupakan grafik hubungan antara nilai tegangan PV terhadap jumlah percobaan. Grafik diatas terdapat peningkatan dan penurunan tegangan panel yang

terjadi saat pengujian. *Massa* kacang 300 gram pengujian arus terbesar yang dihasilkan yaitu sebesar 13,45 Volt dan tegangan terkecil yang dihasilkan sebesar 12,3 Volt. *Massa* kacang 400 gram pengujian arus terbesar yang dihasilkan sebesar 12,67 Volt dan tegangan panel terkecil yang dihasilkan sebesar 11,43 Volt. *Massa* kacang 450 gram pengujian tegangan terbesar yang dihasilkan yaitu 12,27 Volt dan tegangan terkecil yang dihasilkan yaitu 11,23 Ampere. Pengujian dengan Tegangan kurang dari 11,9 Volt di *supply* oleh PLN. Penurunan tegangan yang dihasilkan oleh PV dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, tegangan baterai, intensitas cahaya matahari dan kabut/awan tebal.



Gbr 7. Grafik Hubungan Antar Tegangan

### C. Pengujian Kapasitas Mesin Pengupas Kacang Tanah

Pengujian banyaknya kapasitas kacang terkupas dilakukan berdasarkan *Massa* masuk. Kapasitas kacang yang terkupas diukur menggunakan alat ukur timbangan. Berat kapasitas kacang yang terkupas dipengaruhi oleh besar kecilnya ukuran kacang dan lamanya waktu dalam proses pengupasan. Pengujian ini akan didapatkan nilai banyaknya kapasitas kacang tanah yang terkupas dengan *Massa* masuknya 300 gram, 400 gram dan 450 gram.

Tbl 1. Banyaknya Kapasitas Kacang yang Terkupas

Massa Masuk (gram)	Data ke-	Berat Kacang Terkupas (Gram)	Lama Waktu Pengupasan (Detik)	Rata-rata Berat kacang yang Terkupas	Rata-rata Lama Waktu Pengupasan
300	1.	155	320	158gram	323 detik
	2.	166	328		
	3.	163	325		
	4.	157	320		
	5.	150	320		
400	1.	170	340	191gram	345 detik
	2.	178	348		
	3.	212	345		
	4.	207	350		
	5.	183	340		
450	1.	317	360	320gram	368 detik
	2.	315	364		
	3.	328	368		
	4.	318	363		
	5.	324	364		



Perhitungan kapasitas alat permenit dalam proses pengupasan kacang tanah:

1. Perhitungan kapasitas alat dengan *Massa* masuk 300 gram dengan rumus sebagai berikut:

$$Ka = \frac{Wp}{t}$$

$$Ka = \frac{0,158kg}{(323 \times \frac{1 jam}{3600 detik})}$$

$$Ka = \frac{0,158 gram}{(0,0897 Jam)}$$

$$Ka = 1,76 kg/jam$$

Perhitungan Kapasitas Mesin Pengupas Kacang Tanah Permenit:

$$Ka = \frac{Wp}{t}$$

$$Ka = \frac{158gram}{(323 \times \frac{1 menit}{60 detik})}$$

$$Ka = \frac{158gram}{(5,38 menit)}$$

$$Ka = 29,37 gram/menit$$

Perhitungan kapasitas mesin pengupas kacang tanah dengan masa 300gram perjamnya alat dapat menghasilkan 1,76 kg/jam maka setiap menit alat dapat menghasilkan 29,37 gram/menit.

2. Perhitungan kapasitas alat dengan *Massa* masuk 400 gram dengan rumus sebagai berikut:

$$Ka = \frac{Wp}{t}$$

$$Ka = \frac{0,191kg}{(345 \times \frac{1 jam}{3600 detik})}$$

$$Ka = \frac{0,191gram}{(0,0958 Jam)}$$

$$Ka = 1,99 kg/jam$$

Perhitungan kapasitas mesin pengupas kacang tanah permenit:

$$Ka = \frac{Wp}{t}$$

$$Ka = \frac{191gram}{(345 \times \frac{1 menit}{60 detik})}$$

$$Ka = \frac{191gram}{(5,75 menit)}$$

$$Ka = 33,22 gram/menit$$

Perhitungan kapasitas mesin pengupas kacang tanah dengan masa 400 gram perjamnya alat dapat menghasilkan 1,99 kg/jam maka setiap menit alat dapat menghasilkan 33,22 gram/menit.

3. Perhitungan kapasitas alat dengan *Massa* masuk 450 gram dengan rumus sebagai berikut:

$$Ka = \frac{Wp}{t}$$

$$Ka = \frac{0,320kg}{(368 \times \frac{1 jam}{3600 detik})}$$

$$Ka = \frac{0,320gram}{(0,1022Jam)}$$

$$Ka = 3,13 kg/jam$$

Perhitungan kapasitas mesin pengupas kacang tanah permenit:

$$Ka = \frac{Wp}{t}$$

$$Ka = \frac{320 gram}{(345 \times \frac{1 menit}{60 detik})}$$

$$Ka = \frac{320 gram}{(6,07Menit)}$$

$$Ka = 52,72 gram/menit$$

Perhitungan kapasitas mesin pengupas kacang tanah dengan *massa* 450 gram perjamnya alat dapat menghasilkan 3,13 kg/jam maka setiap menit alat dapat menghasilkan 52,72 gram/menit.

## V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diambil dari pelaksanaan rancang bangun mesin pengupas kacang tanah dengan *switching* PLN dan PV sebagai sumber penggerak motor AC adalah Mesin pengupas kacang tanah dengan sumber dengan 2 sumber PLN dan PV atau Panel Surya secara bergantian. *Supply* panel surya akan bekerja apabila tegangan diatas 11,9 Volt, apabila tegangan dibawah 11,9 Volt maka sumber penggerak akan *disupply* melalui PLN untuk memutar motor listrik AC sehingga pisau pengupas kacang tanah berputar mengupas kulit kacang tanah. Berdasarkan pengujian alat ini didapatkan nilai rata-rata kapasitas pengupasan kacang tanah dengan *input* kacang tanah 300 gram menghasilkan kacang 158 gram, kulit sebanyak 121 gram dengan rata-rata waktu 323 detik. nilai rata-rata kapasitas pengupasan kacang tanah dengan *input* kacang tanah 400 gram menghasilkan kacang yang terkupas sebanyak 191 gram dalam waktu rata-rata 345 detik, massa kacang dengan berat 450 gram mendapat keluaran rata-rata kacang yang terkupas sebanyak 320 gram dalam waktu rata-rata 364 detik.

## REFERENSI

- [1] R. Tahapali, R. Djafar, and Y. Djmalu, "Modifikasi Mesin Pengupas Kulit Kacang Tanah," *J. Teknol. Pertan. Gorontalo*, vol. 4, no. 2, pp. 78–82, 2019, doi: 10.30869/jtpg.v4i2.466.
- [2] V. Aimanah, Ummu, *Buku Ajar Teknologi Penanganan dan Pengolahan Hasil Pertanian*. Jakarta Selatan: Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian KEMENTERIAN PERTANIAN, 2019. [Online]. Available: <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/14290>
- [3] JOHN H. DODDS & LORIN W. ROBERTS, *Kultur Jaringan Tanaman*, KEDUA. Jambi: DR. IR. H. ZULKARNAIN, M.HORT.SC. [Online]. Available: <https://repository.unja.ac.id/3401/>
- [4] S. Suryadi, "Uji Kinerja Mesin Pengupas Kacang Tanah Satu *Phase* di SMK N 1 Sakra Lombok Timur NTB," *Pandawa*, vol. 1, no. September, pp. 199–205, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/pandawa/article/download/437/362>
- [5] S. Hariyadi and D. M. Purnama, "Perencanaan Mesin Pemilah Dan Pengupas Kulit Kacang Tanah Dengan Corong Screen Berkapasitas 150 Kg/Jam," *J. keilmuan dan Terap. Tek.*, vol. 07, pp. 143–163, 2018, [Online]. Available: <http://journal.unigres.ac.id/index.php/WahanaTeknik/article/view/971>
- [6] Muhammad Amin, *Penangan Pascapanen dan Pemasaran Hasil Pertanian*, 1st ed. Banjar Baru: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan. [Online]. Available: <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/16404>

- [7] F. A. Hasibuan, “Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Kerja Panel Surya 50 WP,” 2020. [Online]. Available: <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/5431>
- [8] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emit.v18i01.6251.
- [9] Y. Oktaviani and S. Baqaruzi, “ANALISIS SISTEM HIBRIDA TEGANGAN PLN VS TEGANGAN PANEL SURYA 30 WP PADA OTOPED ELECTRIC VEHICLE ( EV ),” vol. 11, no. 2, pp. 128–141, 2022.
- [10] P. P. Teguh and M. F. Zambak, “Optimalisasi Kecepatan Putaran Motor Listrik Sebagai Beban Pada PLTS 5 kWp ( Aplikasi : Laboratorium Balai Besar Pengembangan Dan Penjamin Mutu Pendidikan Vokasi Bidang Bangunan Dan Listrik Medan ),” 2022.