



Contents list available at [Sinta](https://sinta)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>



Rancang bangun Smart Coffee Dry-Huller Machine tenaga surya berbasis IoT dengan inovasi sinar UV sebagai penghigienis

Ikhwanul Fajri Al Akbar¹, Syarif Hidayatullah², Ihsan Hendrawan Baihaqi³, Fathimah Nabilah Mubarakah⁴, Fany Dwi Maulidiyah⁵, Zeni Ulma^{6*}

^{1,2,3,6}Prodi Teknik Energi Terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember, Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember, Jawa Timur, Indonesia

⁴Prodi Gizi Klinik, Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember, Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember, Jawa Timur, Indonesia

⁵Prodi Manajemen Agroindustri, Jurusan Manajemen Agribisnis, Politeknik Negeri Jember, Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis Korespondensi : zeni@polije.ac.id

ARTICLE INFO

Keywords:
Solar panel
Coffee bean
Dryer machine
Huller machine
UV LED

ABSTRACT

Dry coffee processing greatly affects the quality of the coffee produced. The obstacle faced in coffee processing is that the time and energy required are still too large. In addition, the results of the peeling capacity of dry coffee skins are not good because they are too slow. Drying is very important in coffee processing, without good drying the quality of the coffee beans will not be maximized. Based on the description of the problem, the application of the Smart Coffee Dry-Huller Machine technology aims to automatically peel and dry coffee beans which are environmentally friendly at an affordable cost for coffee farmers as well as hygienic coffee beans. The method used in designing the tool is by going through the pre-production stage, the production stage and the post-production stage. The energy potential used in the huller is 2,04 watts in standby mode, 47 watts in low mode, 52 watts in medium mode, and 55 watts in high mode, while the energy potential in the dryer is 357 watts and can reduce the water content by 10%/hour by maximum temperature of 53,9°C.

*Corresponding author: h41200022@student.polije.ac.id

DOI: <https://10.24127/armatur.v5i2.4866>

Received 02 Oktober 2023; Received in revised form 19 March 2024; Accepted 19 March 2024

Available online 22 March 2024

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara penghasil kopi terbesar didunia setelah Brazil, Vietnam dan Kolombia. Produk kopi Indonesia mencapai 565,08ton pada tahun 2018 atau 5,53% dari total produksi kopi dunia [1]. Kopi sebagai komoditas ekspor, juga merupakan komoditi yang dikonsumsi dalam negeri. Produksi kopi Indonesia diekspor ke mancanegara sedangkan sisanya dipasarkan dalam negeri [2]. Konsumsi kopi nasional meningkat cukup pesat dalam 5 tahun terakhir, yaitu 8,8% per tahun. Peningkatan tersebut juga karena konsumsi kopi menjadi bagian dari gaya hidup masyarakat. Namun dengan peluang tersebut, tidak diimbangi dengan pertumbuhan produksi kopi, sebab produksi justru cenderung stagnan bahkan turun, dengan rata-rata -0,3% per tahun [3]. Dari hasil produksi kopi Indonesia, 70% kopi tersebut diekspor, namun karena permintaan di dalam negeri cukup tinggi, maka ekspor menurun [4]. Sehingga, produsen kopi Indonesia belum mampu memenuhi permintaan secara agregat [5]. Oleh karena itu, peluang untuk pemasaran kopi masih terbuka lebar.

Pengolahan kopi kering sangat berpengaruh pada kualitas kopi yang dihasilkan. Kendala yang dihadapi pada pengolahan kopi kering adalah waktu dan energi yang dibutuhkan masih terlalu besar sehingga pada saat proses pengupasan kulit kopi kering kurang efisien. Selain itu hasil dari kapasistas pengupasan kulit kopi kering kurang baik karena terlalu lambat, sehingga banyak waktu yang diperlukan dalam proses pengupasan kulit kopi kering tersebut. Kendala-kendala tersebut akan menambah waktu, biaya, dan tenaga dalam proses pengupasan. Hal ini merupakan salah satu permasalahan krusial yang dialami para petani kopi karena dianggap mampu mengurangi pendapatan. Pengerian merupakan hal yang sangat penting pada pengolahan kopi, tanpa pengerian yang baik kualitas biji kopi tidak akan maksimal. Pengerian bertujuan untuk mengurangi kadar air biji kopi hingga mencapai standar

mutu dan kadar air yang diinginkan, standar nasional untuk kadar air biji kopi yang akan dikomersilkan yaitu sekitar 12-14% [6].

Kadar air pada tumbuhan menyebabkan pertumbuhan mikroba yang akan mengalami efek kerusakan mikroorganisme. Tingginya kadar air suatu pangan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan suatu bahan pangan semakin besar karena aktivitas biologis internal ataupun masuknya mikroba perusak [7]. Oleh karena itu, dibutuhkannya penanganan agar pangan tetap higienis salah satu caranya dengan sinar ultraviolet. Ultraviolet merupakan radiasi elektromagnetis terhadap panjang gelombang yang lebih pendek dari daerah dengan sinar tampak, namun lebih panjang dari sinar-X yang kecil [8].

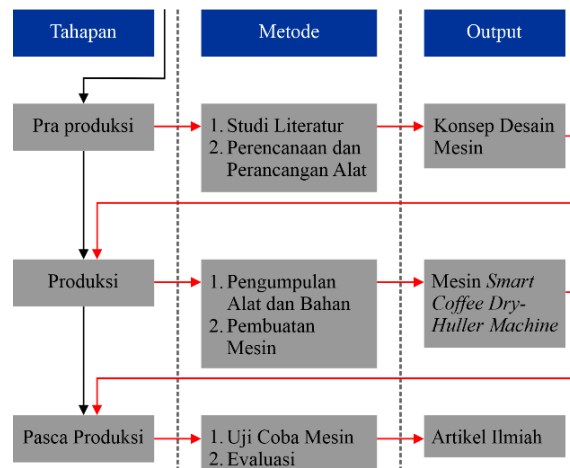
Berdasarkan masalah di atas, maka dibutuhkan adanya inovasi dan solusi mesin yang dapat mengupas kulit kopi dan mengeringkan kopi secara otomatis dan ramah lingkungan dengan biaya terjangkau bagi petani kopi. Penulis mengusulkan alat berupa pengupas kulit kopi dan pengering biji kopi bertenaga surya berbasis *Internet of Things* (IoT) yang bernama "*Smart Coffe Dry-Huller Machine*". Secara umum mesin pengupas kulit kopi dan pengering biji kopi menjadi satu alat yang terdiri dari motor AC yang berfungsi sebagai penggerak utama pisau, panel surya sebagai penyuplai energi, baterai VRLA sebagai penyimpan energi, mikrokontroler WeMos D1 R1 sebagai pengaturan otomatis, pisau pengoyak sebagai pengupas kulit kopi, heater sebagai pemanas untuk pengeringan, dan fan untuk menyebarkan panas. Inovasi alat pengering kopi ini dilengkapi dengan teknologi Sinar UV LED yang berguna untuk membunuh bakteri dan mikroba parasit pada kopi. Inovasi *Smart Coffe Dry-Huller Machine* ini juga dilengkapi dengan sistem *Internet of Things* (IoT) yang dapat mengatur kecepatan putaran pada mesin pengupas dengan menggunakan sensor. Pada mesin pengering akan mendeteksi kadar air yang terdapat pada biji kopi sampai mencapai kadar air yang diinginkan, sehingga mesin akan mati secara otomatis. Selama proses

berlangsung alat dapat dimonitoring dan dikontrol menggunakan aplikasi yang tersedia.

Hal ini berbeda dengan mesin pengupas kulit kopi dan pengering biji kopi konvensional biasa yang menggunakan diesel sebagai penggerak. Mesin pengering biji kopi biasa tidak mampu membunuh mikroba yang terdapat pada kopi serta tenaga dari penggerak diesel masih menggunakan bahan bakar fosil. Penggunaan alat yang diusung oleh penulis yaitu “*SMART COFFE DRY-HULLER MACHINE*” dapat dijalankan secara otomatis untuk meringankan pekerjaan petani kopi secara efektif dan hasil biji kopi akan berpotensi terbebas sekitar 85% dari bakteri mikroba filosofir parasit yang menempel pada biji kopi sehingga biji kopi akan higienis serta dapat menghemat pengeluaran energi listrik karena pada alat ini memanfaatkan cahaya matahari untuk mengubah menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya.

Metode Penelitian

Pada metodologi penelitian akan dijelaskan tentang penelitian yang dilakukan untuk proses pembuatan rancang bangun *Smart Coffee Dry-Huller Machine* tenaga surya berbasis IoT dengan inovasi sinar UV sebagai penghigienis mulai dari tahap pra produksi yang meliputi studi literatur, dan perencanaan serta perancangan mesin, tahap produksi yang meliputi pengumpulan alat dan bahan serta pembuatan mesin, dan tahap pasca produksi yang meliputi uji coba mesin dan evaluasi.



Gambar 1. Diagram Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap yang dilakukan peneliti untuk mencari referensi teori yang sesuai dengan topik yang dibahas. Referensi ini bisa berupa buku, jurnal, prosiding, artikel, maupun skripsi terdahulu. Pada tahap ini dititik beratkan pada beberapa referensi yang nantinya akan dijadikan acuan dalam penentuan ide.

Penentuan ide merupakan landasan utama dari keseluruhan proses pembuatan alat *Smart Coffee Dry-Huller Machine*. Ide ini ditentukan dari identifikasi masalah serta pengumpulan data yang telah dilakukan, selanjutnya ide ini diproses menjadi sebuah ide yang menjadi dasar untuk membuat sebuah alat *Smart Coffee Dry-Huller Machine*.

Secara umum berupa mesin pengupas kulit dan pengering biji kopi menggunakan panel surya sebagai penyuplai energi, dilengkapi dengan sistem *Internet of Things* (IoT) untuk mengatur kecepatan mesin pengupas dan mendeteksi kadar air pada biji kopi saat proses pengeringan. Selama proses berlangsung alat dapat dimonitoring dan dikontrol menggunakan aplikasi yang tersedia.

2. Perencanaan dan Perancangan Mesin

Perencanaan dan perancangan mesin dilaksanakan setelah tahap penentuan ide dan studi literatur. Perencanaan yang bertujuan untuk memantapkan konsep desain *Smart Coffee Dry-Huller Machine* yang berdasarkan data yang telah diperoleh

dari beberapa referensi yang dilakukan dengan seksama agar mesin yang dibuat sesuai dengan tujuan dan dapat bekerja secara maksimal. Perancangan desain mesin menggunakan *Software* AutoCAD 2021 sedangkan perancangan kelistrikan dan sistem kontrol mesin menggunakan *Software* Fritzing.

3. Pengumpulan Bahan dan Komponen

Langkah pertama pada tahap produksi merupakan pengumpulan alat dan bahan yang dibutuhkan sesuai dengan proses perencanaan dan perancangan untuk *Smart Coffee Dry-Huller Machine*. Pengumpulan dilaksanakan dengan membeli bahan dan komponen secara *offline* maupun *online*. Adapun komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan alat sebagai berikut:

1. Motor DC 24V 350watt
2. Pisau Pengupas
3. Rantai
4. Panel Surya 200wp
5. Baterai VRLA 12V 65Ah
6. MPPT
7. Lampu UV LED
8. Mikrokontroler WeMos D1 R1
9. LCD
10. *Button Switch*
11. Sensor YL-69
12. Motor *Driver* BTS 7960
13. Saklar 3 *point*
14. *Relay* 4 channel
15. *DC Stepdown*
16. *Heater* Pemanas
17. Kipas Pemanas
18. *Exhaust Fan*
19. *Smartphone*
20. Panel *Box*

4. Pembuatan dan Perakitan Mesin

Proses pembuatan dan perakitan mesin merupakan langkah utama dalam tahap produksi, pembuatan dan perakitan mesin terbagi menjadi pembuatan mesin pengupas, pembuatan mesin pengering, perakitan sistem kontrol, dan perakitan sistem PLTS.

4.1 Pembuatan Mesin Pengupas

Mesin pengering dibuat sedemikian rupa agar bisa memisahkan kulit dengan biji kopi secara optimal. Komponen berupa tabung mata pisau, rantai, *gear*, dan motor listrik 350watt sebagai penggerak

4.2 Pembuatan Mesin Pengering

Pengering dibuat agar bisa mengeringkan biji kopi dan membuang kelembapan yang terbentuk saat pengeringan, juga terdapat lampu UV sebagai penghidrogen. Pengering berbentuk sebuah *box* yang dilapisi menggunakan *aluminium bubble foil* dan terdapat 3 buah elemen pemanas, 1 buah kipas, dan 1 buah kipas *exhaust* di dalamnya.

4.3 Perakitan Sistem Kontrol

Sistem kontrol berfungsi untuk mengontrol kecepatan motor pengupas dan kadar air pada mesin pengering. Berupa komponen WeMos D1 R1, sensor YL-69, Motor *Driver* BTS7960, *Relay*.

4.4 Perakitan Sistem PLTS

Sistem PLTS berfungsi untuk menyuplai daya mesin menggunakan energi matahari. Komponen untuk sistem PLTS berupa panel surya 200wp, MPPT 20A, MCB DC, Kabel, dan baterai VRLA 12V 65Ah.

5. Uji Coba Mesin

Pengujian dilakukan untuk mengetahui daya terpakai, kecepatan motor penggerak, kapasitas mesin pengupas kopi, laju pengeringan biji kopi, suhu pengeringan, dan panen energi.

6. Evaluasi

Evaluasi dilakukan setelah uji coba mesin. Evaluasi bertujuan untuk mengetahui kekurangan pada mesin dan memperbaiki kekurangan yang ada pada mesin.

Hasil dan Pembahasan

1. Analisa Fungsional Komponen

Analisa fungsional komponen ini berfungsi untuk menentukan komponen – komponen sekaligus fungsinya pada *Smart Coffee Dry-Huller Machine*: Pengupas dan Pengereng Biji Kopi Tenaga Surya Berbasis IoT dengan Inovasi Sinar UV sebagai Penghigienis. Komponen dan fungsi tiap komponen *Smart Coffee Dry-Huller Machine* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen dan Fungsinya

| No. | Komponen | Fungsi |
|-----|--|--|
| 1 | Motor DC 24V 350watt | Penggerak utama pisau pada mesin pengupas |
| 2 | Pisau Pengupas | Alat pengupas biji kopi yang diputar oleh <i>gear</i> pada motor dan mesin pengupas |
| 3 | Rantai | Penghubung antara motor DC dengan <i>gear</i> pada mesin pengupas |
| 4 | Panel Surya 200wp | Mengonversi sinar matahari menjadi energi listrik |
| 5 | Baterai VRLA 12V 65Ah | Penyimpan energi listrik dari panel surya |
| 6 | <i>Maximum Power Point Tracking</i> (MPPT) | Menstabilkan daya keluaran panel surya agar dapat mengisi baterai dengan daya maksimal |
| 7 | Lampu UV LED | Sebagai penetralisir mikroba parasit pada biji kopi |
| 8 | Mikrokontroler WeMos D1 R1 | Sebagai perangkat mikrokontroler sehingga mendukung sistem IoT pada mesin |
| 9 | LCD | Sebagai penampil mode mesin secara visual untuk membantu kontrol secara manual |
| 10 | <i>Button Switch</i> | Sebagai tombol untuk mengatur <i>set</i> |
| 11 | Sensor YL-69 | <i>point</i> pada mesin pengering dan mengubah kecepatan putaran mesin pengupas secara manual |
| 12 | Motor Driver BTS 7960 | Sebagai pembaca kadar air biji kopi pada mesin pengering selama proses pengeringan |
| 13 | Saklar 3 <i>Point</i> | Sebagai pengontrol kecepatan pada motor DC |
| 14 | <i>Relay 4 Channel</i> | Tombol untuk <i>on/off</i> pada mesin pengering dan mesin pengupas secara manual |
| 15 | <i>DC Stepdown</i> | Penyambung dan pemutus listrik menuju mesin pengering |
| 16 | <i>Heater</i> Pemanas | Sebagai penurun tegangan dari baterai agar sesuai tegangan kinerja komponen elektronik |
| 17 | Kipas Pemanas | Sebagai pemanas biji kopi pada mesing pengering |
| 18 | <i>Exhaust Fan</i> | Sebagai pemanas biji kopi pada mesing pengering |
| 19 | <i>Smartphone</i> | Sebagai alat untuk menghisap udara di dalam mesin pengering sehingga udara terbuang keluar |
| | | Sebagai tombol untuk <i>on/off</i> pada mesin pengering dan mengubah kecepatan putaran mesin pengupas menggunakan konsep IoT |

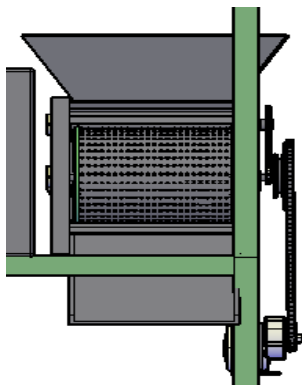
20 *Panel Box* Sebagai tempat untuk instalasi sistem kelistrikan dan ruang kontrol pada mesin

2. Hasil Perancangan Struktural

Perancangan struktural berfungsi untuk merancang bentuk fisik *Smart Coffee Dry-Huller Machine* secara keseluruhan. Pada tahap perancangan *Smart Coffee Dry-Huller Machine* terdapat 3 (tiga) bagian yang menjadi fokus utama peneliti. Yakni sistem kerja Mesin Pengupas (*Huller Machine*), sistem kerja mesin pengering (*Dryer Machine*), sistem kerja sistem IoT (*Internet of Things*), dan sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya).

2.1 Mesin Pengupas (*Huller Machine*)

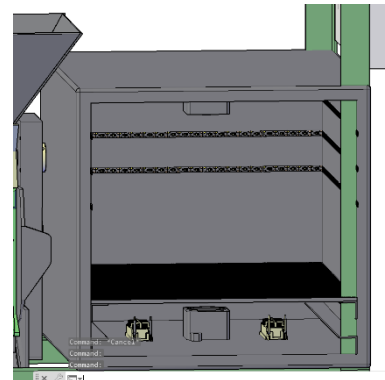
Pada analisa perancangan struktural mesin pengupas kopi (*huller machine*) peneliti berfokus pada merancang kerangka dan mekanisme penggerak pada mesin pengupas kopi. Kerangka mesin pengupas kopi (*huller machine*) menggunakan besi siku 4x4 cm sehingga kuat menahan beban dan getaran dari penggerak mesin pengupas saat bergerak. Kerangka mesin pengupas kopi (*huller machine*) juga didesain sedemikian rupa sehingga ergonomis. Pada mesin pengupas kopi terdapat penggerak berupa motor DC 350 watt yang dapat dikontrol dengan tiga level kecepatan. Desain mesin pengupas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain 3D Mesin Pengupas

2.2 Mesin Pengering (*Dryer Machine*)

Analisa perancangan struktural mesin pengering (*dryer machine*) berfokus pada merancang kerangka box mesin pengering (*dryer machine*) kopi agar kuat menahan beban komponen dalam mesin pengering dan kopi yang akan dikeringkan. Mesin pengering terdiri dari box ukuran 40cm x 50cm x 40cm yang terbuat dari papan triplek yang dilapisi insulasi aluminium foil agar mampu menahan panas dengan baik sehingga meningkatkan efisiensi termal mesin pengering (*dryer machine*) kopi. Pada mesin pengering (*dryer machine*) terdapat kipas pemanas dan elemen pemanas untuk mengeringkan biji kopi yang basah, kipas exhaust untuk mengeluarkan kelembapan pada ruangan pengering, lampu LED UV untuk mensterilkan biji kopi, dan terdapat sensor kadar air untuk mendeteksi tingkat kadar air pada biji kopi. Desain mesin pengering dapat dilihat pada Gambar 3.

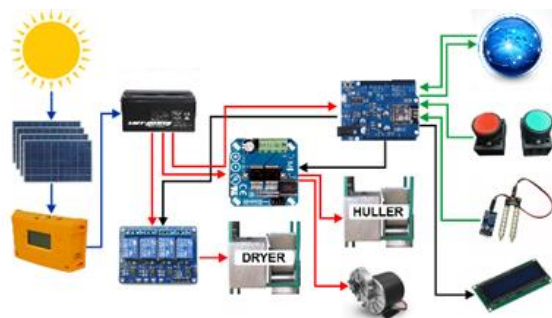


Gambar 3. Desain 3D Mesin Pengering

2.3 Sistem *Internet of Things* (IoT)

Huller Machine dirancang sedemikian rupa sehingga mampu mengontrol kecepatan motor DC 350 watt yang terdapat pada mesin pengupas kopi (*huller machine*) dan mampu mendeteksi kadar air yang terdapat pada biji kopi yang akan dikeringkan, *dryer machine* akan mati otomatis jika kadar air biji kopi sudah sesuai dengan yang ditentukan pada set poin. Tingkat kecepatan motor penggerak mesin pengupas dan tingkat set poin kadar air biji kopi dapat diatur dan dimonitoring menggunakan smartphone melalui platform aplikasi *Blynk*. Pada sistem IoT *Smart Coffe*

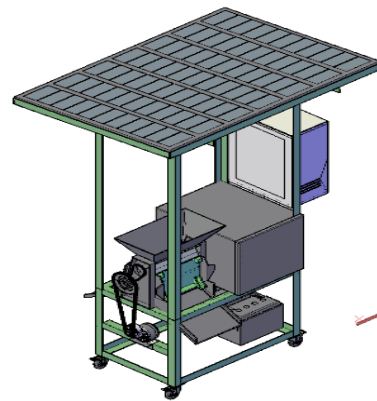
Dry Huller Machine terdapat WeMos D1 R1 yang berfungsi sebagai otak pemrosesan data dan penghubung ke jaringan internet, BTS7960 sebagai pengatur kecepatan motor DC 350 watt yang menggerakkan mesin pengupas, sensor YL-69 sebagai pendeteksi kadar air pada biji kopi, *relay 4 channel* sebagai pengatur aktifnya mesin pengering. Juga terdapat LCD 12 x 4 karakter dan *button* sebagai *backup* kontrol mesin secara manual tanpa aplikasi. *Wiring Diagram* mesin *Smart Coffe Dry-Huller Machine* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Wiring Diagram *Smart Coffee Dry-Huller Machine*

2.4 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber energi listrik sebagai suplai daya pada *Smart Coffee Dry-Huller Machine* terdiri dari beberapa komponen utama yaitu panel surya 200wp, MPPT Suoer 20A, kabel instalasi, MCB DC, baterai 12v 65Ah, panel *box* instalasi. Panel surya beserta kerangka memiliki bentuk dan dimensi yang dirancang tinggi ke atas akan mempermudah komponen panel surya dalam menyerap energi matahari sehingga lebih efisien dan maksimal. Kerangka panel surya dirancang dari besi 3x3 dengan tinggi 190 cm dengan kemiringan panel surya 10 cm. Desain 3D *Smart Coffee Dry-Huller Machine* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain 3D *Smart Coffee Dry Huller Machine*

3. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui daya terpakai, kecepatan motor penggerak, kapasitas mesin pengupas kopi, laju pengeringan biji kopi, suhu pengeringan, dan panen energi.

3.1 Konsumsi Daya Mesin

Daya listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian [9]. Pengujian konsumsi daya listrik dilakukan dengan membandingkan data hasil pembacaan sistem dengan alat ukur AVOMeter [10]. Pembacaan konsumsi daya diketahui dengan mencatat Tegangan (V) dan Arus (I) [11]. Pada pengujian ini alat dipasang AVOMeter digital untuk mengukur tegangan dan arus, sehingga bisa diketahui konsumsi daya (watt) ketika alat dinyalakan tiap *mode*, data pengujian diambil tiap 2 menit selama 10 menit.

Tabel 2. Hasil Pengujian Konsumsi Daya Mesin

| Mode | Waktu (Menit) | | | | | Rata-rata (watt) |
|-----------------------|---------------|-----|------|-----|-----|------------------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| <i>Standby Huller</i> | 4,3 | 2,1 | 2,12 | 2 | 2,2 | 2,544 |
| <i>Low Huller</i> | 52 | 47 | 44 | 44 | 48 | 47 |
| <i>Medium Huller</i> | 61 | 49 | 52 | 50 | 48 | 52 |
| <i>High Huller</i> | 71 | 50 | 51 | 53 | 50 | 55 |
| <i>Dryer</i> | 390 | 350 | 347 | 349 | 349 | 357 |

Dari hasil pengujian konsumsi daya alat diketahui bahwa *mode Standby* mengonsumsi 2,54watt, *mode Huller Low*

47watt, mode *Huller Medium* 52watt, mode *Huller High* 55watt, mode *Dryer* 357watt. Daya yang dikonsumsi lebih rendah daripada mesin serupa oleh (Siregar, 2022) sebesar 180 watt [12].

3.2 Kecepatan *Huller Machine*

Pengujian kecepatan putaran mesin pengupas dilakukan menggunakan Tachometer. Pengujian dilaksanakan untuk mengetahui perbedaan putaran tiap *mode* kupas. peningkatan kecepatan putar berpengaruh terhadap efisiensi waktu, karena semakin cepat putaran pengupas maka waktu yang diperlukan semakin singkat [13]. Pada pengujian kecepatan mesin huller ini menggunakan *tachometer* pada saat mesin dinyalakan *mode low*, *medium*, dan *high*. Pada waktu tiap 2 menit selama 10 menit.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kecepatan *Huller Machine*

| Mode | Waktu (Menit) | | | | | Rata-rata (watt) |
|----------------------|---------------|----|----|----|----|------------------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| <i>Huller Low</i> | 62 | 59 | 58 | 61 | 60 | 60 |
| <i>Huller Medium</i> | 76 | 75 | 76 | 74 | 74 | 75 |
| <i>Huller High</i> | 84 | 82 | 82 | 84 | 83 | 83 |

Pengujian kecepatan mesin huller menggunakan tachometer didapatkan hasil bahwa pada mode *Huller Low* 60 Rpm, mode *Huller Medium* 75 Rpm, mode *Huller High* 83 Rpm. Kecepatan paling rendah merupakan mode *Low* dan paling tinggi mode *High*.

3.3 Kapasitas *Huller Machine*

Pengujian kapasitas pengupasan kopi ini menggunakan biji kopi sebanyak 1 kg biji kopi robusta yang dimasukkan pada tiap mode *huller* kemudian dicatat dengan *timer* untuk mengetahui berapa banyak kapasitas penggilingan kopi yang bisa dilakukan per jam.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kapasitas *Huller Machine*

| Mode | Waktu (Detik) | Perjam (Kg) |
|----------------------|---------------|-------------|
| <i>Huller Low</i> | 7,5 | 480 |
| <i>Huller Medium</i> | 6 | 600 |
| <i>Huller High</i> | 4 | 900 |

Hasil pengujian kapasitas pengupasan kopi mesin huller didapatkan hasil sebesar 480 kg untuk *mode Huller Low*, 600 kg untuk *mode Huller Medium*, dan 900 kg untuk *mode Huller High*. Kapasitas mesin pengupas yang kami rancang lebih besar dibandingkan penelitian serupa oleh (Ego Wiranata, dkk, 2020) sebesar 240 kg/jam [14].

3.4 Laju Pengerinan *Dryer Machine*

Laju pengeringan mesin *dryer* dilakukan untuk mengetahui berapa persen penurunan kadar air pada biji kopi perjam. Pengujian laju pengeringan kopi dilakukan dengan mencatat penurunan kadar air pada biji kopi yang dikeringkan tiap 30 menit selama 150 menit atau 2,5 jam kemudian diambil rata-rata tingkat penurunan perjam.

Tabel 5. Hasil Pengujian Konsumsi Daya Mesin

| Kadar Air Awal (%) | Waktu (Menit) | | | | | Kadar Air Akhir (%) |
|--------------------|---------------|----|----|-----|-----|---------------------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | |
| 66 | 59 | 54 | 48 | 45 | 41 | 41 |

Berdasarkan hasil pengujian diketahui terjadi penurunan kadar air sebesar 25% selama 2,5 jam sehingga didapat rata-rata 10% penurunan kadar air perjam. Dengan rata-rata pengeringan kadar air 10% perjam maka dibutuhkan waktu 5 jam untuk mengeringkan biji kopi dengan kadar air 61% menjadi 11% sesuai dengan SNI [15].

3.5 Suhu *Dryer Machine*

Pengujian suhu pada mesin *dryer* berfungsi untuk mengetahui suhu maksimal pada mesin *dryer* sehingga tidak melebihi suhu yang direkomendasikan untuk

pengeringan biji kopi. Pada pengujian suhu mesin *dryer* ini menggunakan *thermocouple* digital. Mesin *dryer* dinyalakan selama 10 menit. Hasil pembacaan kemudian dicatat untuk mengetahui suhu maksimal pada mesin *dryer*. Data diambil tiap 2 menit selama 10 menit.

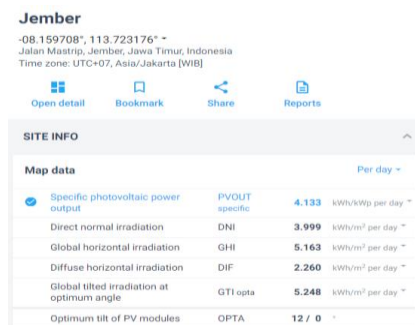
Tabel 6. Hasil Pengujian Suhu *Dryer Machine*

| T Awal (°C) | Waktu (Menit) | | | | | T Tertinggi (°C) |
|-------------------|---------------|----|----|-----|-----|------------------------|
| 20 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 53,9 |

Rekomendasi suhu untuk pengeringan biji kopi sebaiknya dilakukan pada suhu 50 °C - 55 °C [16]. Dengan demikian mesin *dryer* yang dirancang telah memenuhi rekomendasi dari penelitian sebelumnya.

3.6 Panen Energi

Pengujian hasil panen energi system PLTS pada alat dilakukan dengan simulasi menggunakan *software* Global Solar Atlas. Global Solar Atlas adalah sebuah platform online yang menyediakan informasi tentang potensi energi matahari di berbagai lokasi di seluruh dunia, termasuk Kabupaten Jember. Setelah mengetahui potensi iradiasi maka dihitung sesuai system PLTS yang terpakai. Berikut disajikan Map data Global Solar Atlas Kabupaten Jember dalam Gambar 6 dan Tabel 7.



Gambar 6. Map Data Global Solar Atlas Kabupaten Jember

$$E = PV_{Out} + P_{Max} \quad (1)$$

$$PV_{Out} = 4133 \text{ kWh/kWp per hari}$$

$$P_{Max} = 0,2 \text{ kWp}$$

$$E = PV_{Out} \times P_{Max} = 4133 \times 0,2$$

$$= 826,6 \text{ Wh}$$

Hasil simulasi dan perhitungan potensi panen energi matahari pada sistem PLTS pada alat kami didapat bahwa potensi panen energi harian adalah sebesar 826,6 Wh.

Tabel 7. Tabel Penggunaan Baterai Ketika Penuh

| Mode | Energi (Wh) | Lama Penggunaan Baterai Penuh (Jam) |
|--------------------------|-------------|-------------------------------------|
| <i>Standy Huller Low</i> | 2,544 | 324,25 |
| <i>Huller Medium</i> | 47 | 17,52 |
| <i>Huller High</i> | 52 | 15,84 |
| <i>Dryer</i> | 55 | 14,97 |
| | 357 | 2,31 |

Penggunaan daya listrik ketika energi penuh sesuai hasil panen energi adalah 826,6 wh dengan demikian bisa menyalakan mode *Standby* 324 jam, mode *Huller Low* 17,5 jam, mode *Huller Medium* 15,84 jam, mode *Huller High* 14,9 jam, dan mode *Dryer* 2,31 jam.

Kesimpulan

Kesimpulan dari kegiatan ini yaitu perancangan mesin pengupas dan pengering biji kopi *Smart Coffe Dry-Huller Machine* telah berhasil dibuat dan diuji coba dengan baik. Mesin pengupas pada kegiatan ini menggunakan motor DC 24V 350Watt. Pada mesin pengering menggunakan pemanas 12V 150watt sebagai komponen utama untuk mengeringkan biji kopi yang dikombinasikan dengan kipas *exhaust* dan lampu LED UV. Inovasi mesin ini menggunakan system pembangkit listrik tenaga surya 20wp, dua buah baterai VRLA 12v 65Ah sebagai penyimpan energi, WeMos D1 R1 sebagai pengaturan sistem IoT. Potensi energi yang digunakan pada mesin pengupas sebesar 2,04watt saat mode *standby*, 47watt saat *mode low*, 52watt saat *mode medium*, dan 55watt saat *mode high*, sedangkan potensi energi pada mesin pengering sebesar 357watt dan dapat

menurunkan kadar air sebesar 10% perjam dengan suhu maksimal 53,9°C.

Dengan hal ini, rancangan mesin *Smart Coffe Dry-Huller Machine* diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pihak masyarakat khususnya petani kopi sebagai upaya untuk mendukung pengolahan biji kopi yang ramah lingkungan serta mendukung penerapan energi baru terbarukan sebagai upaya untuk menggantikan energi fosil serta penghematan energi untuk masa depan.

Ucapan terimakasih

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan kepercayaan kepada kami untuk menerima pendanaan PKM sehingga program ini dapat berjalan dengan baik, serta seluruh civitas akademika Politeknik Negeri Jember yang telah mendukung keberlangsungan program ini.

Referensi

- [1] International Coffee Organization (ICO), 2019. Total Production Coffee by Exporting Countries.
- [2] Badan Pusat Statistik (BPS), 2019.
- [3] Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, 2018.
- [4] Syarifudin dan O. Endarwati. 2019. Kopi Kita untuk Dunia. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, p. 1.
<https://kemenperin.go.id/artikel/20330/Kopi-Kitauntuk-Dunia>.
- [5] Sarirahayu, K., & Aprianingsih, A. (2018). Strategy to improving smallholder coffee farmers productivity. *The Asian Journal of Technology Management*, 11(1), 1-9.
- [6] D. Santoso and S. Egra., 2018. Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Karakteristik dan Sifat Organoleptik Biji Kopi Arabika (*Coffeae Arabica*) Dan Biji Kopi Robusta (*Coffeae Cannephora*). *Rona Tek. Pertan.* 11, 2, 50–56.
- [7] K. Ro'Isah., 2019. Pengaruh Pemaparan Light Emitting Diode (Led) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Listeria monocytogenes*, Ph, dan Organoleptik pada Jus Apel. *Cent. Libr. Maulana Malik Ibrahim State Islam. Univ Malang*.
- [8] T. B. Yulianto, A. J. Taufiq, and A. Suyadi., 2019. Rancang Bangun Pengaturan Intensitas Sinar Uv (Ultraviolet) Dengan Mikrokontroler PIC Untuk Tanaman. *J. Ris. Rekayasa Elektro.* 1, 1, 54–70.
- [9] Buyung, S., 2018. Analisis Perbandingan Daya Dan Torsi Pada Alat Pemotong Rumput Elektrik (APRE). *Jurnal Voering.* 3, 1, 1–4.
- [10] Huda, S., Imansah, T.B. and Hartono, E.D., 2022. Prototipe Monitoring Daya Listrik dan Pengendalian Perangkat Elektronik Skala Industri Berbasis IoT di CV. Wellracom Nusantara Surabaya. *Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan.* 7, 2, 1–7.
- [11] Wiantara, E., 2017. Aplikasi Pengakuisisi Data Arus Beban Perangkat Elektronika untuk Monitoring Konsumsi Energi Listrik Perusahaan. *E-Proceedings KNS&I STIKOM Bali.* 91–95.
- [12] Siregar, R.F., 2022. Perancangan Mesin Pengupas Kulit Kopi Basah. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- [13] Syahrizal, I. and Perdana, D., 2022. Uji kinerja mesin pengupas buah pinang kering menggunakan mekanisme pengupas tipe impact rotary poros horizontal. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin.* 11, 1, 37–46.
- [14] Ego Wiranata, T., Sumiati, R. and Yetri, Y., 2020. Rancang Bangun Mesin Pulper Kopi Menggunakan Penggerak Motor Listrik, Design Of A Coffee Pulper Machine Using An Electric Motor.
- [15] BSN (Badan Standardisasi Nasional), 2008. SNI 01-2907-2008: Biji Kopi. Badan Standardisasi Nasional. 1–16.

[16] Sutrisno, E. and Sholichah, N.H., 2020. Penyusutan Berat, Karakteristik Fisik Dan Kimia Biji Kopi Rakyat Di Lereng Pegunungan Anjasmoro

Wilayah Kabupaten Mojokerto Jawa Timur. Jurnal Teknologi Pertanian. 9, 2, 60–70.