

Desain Mesin Giling Hybrid *Autonomy Green Energy System* untuk Meningkatkan Kualitas Produktivitas Jamu Bubuk

Johan Pamungkas¹, Hery Teguh Setiawan², Abid Juliant Indraswara³, Sevty Ayu Saputry⁴
Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tidar^{1,2,3,4}
email : johan@untidar.ac.id

ABSTRAK

Berkembangnya teknologi saat ini memudahkan manusia dalam berbagai bidang. Khususnya penggunaan energi alternatif yang mampu memberikan dampak positif menjaga lingkungan serta memiliki efektivitas dan efisiensi tinggi baik dari segi biaya, perawatan, dan penggunaan. Berbagai inovasi teknologi energi alternatif banyak digunakan pada bidang industri rumahan yang memberikan banyak keuntungan dalam memproduksi suatu barang. Masa pandemi COVID-19 mendorong masyarakat membeli produk untuk meningkatkan ketahanan tubuh, salah satunya jamu. Meningkatnya permintaan produk di masyarakat maka meningkat pula produksi jamu yang harus dibuat. Industri rumahan yang ada mengembangkan olahan jamu masih cara tradisional dengan cara menumbuk, sehingga menghasilkan produk relatif lama dan dalam jumlah sedikit. Dengan teknologi mesin giling yang di-hybrid-kan dengan teknologi *Autonomy Green Energy System* maka olahan jamu yang sudah disesuaikan resep dapat digiling secara halus menghasilkan bubuk jamu yang siap konsumsi dan dapat menghasilkan produk dalam jumlah banyak. Teknologi *Autonomy Green Energy System* mampu menekan biaya penggunaan listrik pada mesin giling, teknologi *photovoltaic* yang ada memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik yang ramah lingkungan serta memiliki efektivitas dan efisiensi tinggi.

Kata Kunci : *Green Energy, Photovoltaic, Herbal dan Autonomy*

ABSTRACT

The development of technology nowadays makes it easier for people in various fields. In particular, alternative energy can positively impact and have high effectiveness and efficiency in terms of cost, maintenance, and usage. Various alternative energy technology innovations are widely using in the home industry, which provides many advantages in producing an item. During the COVID-19 pandemic, people are encouraged to buy products to increase endurance, including herbal medicine. The increasing demand for products in the community will also increase herbal medicine production that must make. The home industry that develops herbal preparations is still traditional by pounding it to produce relatively long products and in small quantities. The milling machine technology with Autonomy Green Energy System technology hybridized. Herbal preparations that have adjusted to the recipe can be finely ground to produce an herbal powder ready for consumption and produce large quantities of products. Autonomy Green Energy System technology can overcome the cost of using electricity in milling machines. Existing photovoltaic technology utilizes solar energy to produce electrical energy that is environmentally friendly and has high efficiency and efficiency.

Keywords : *Green Energy, Photovoltaic, Herbal and Autonomy*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan keanekaragaman hayatinya. Tercatat 30.000 jenis ragam dengan lebih dari 2.000 diantaranya termasuk dalam jenis tanaman obat-obatan. Potensi ini telah masyarakat kita manfaatkan sebagai penyokong ekonomi untuk menunjang kebutuhan sehari-hari. Masyarakat mengembangkannya melalui usaha rumah tangga, kecil, atau menengah yang berbahan baku dasar jenis

tumbuhan obat-obatan.

Apalagi di masa pandemi COVID-19, masyarakat memburu jamu karena khasiatnya dalam meningkatkan ketahanan imunitas tubuh yang sudah teruji dan terjamin dari zaman nenek moyang, yaitu jamu berbahan dasar jahe merah (*Zingiber officinale var rubrum*) yang memiliki khasiat alami yang tidak dimiliki obat berbahan dasar kimia.

Hingga saat ini, UKM yang ada masih mengembangkan olahan jamu dengan cara-cara tradisional seperti

menumbuk bahan baku. Tidak ada yang salah dengan cara pengolahan produk secara tradisional. Akan tetapi, cara ini kurang efektif dan efisien, mengingat kebutuhan pasar saat ini yang semakin banyak terhadap jamu. Oleh karena itu, adanya Mesin Giling Hybrid and Autonomy Green Energy System sangat dibutuhkan oleh industri kecil ini.

Dengan Mesin Giling Hybrid and Autonomy Green Energy System ini, produsen jamu herbal dapat meningkatkan jumlah produksinya dan menghemat tenaga serta mempercepat proses produksi tanpa mengurangi kekhasan produk jamu itu sendiri. Selain itu, sumber daya Mesin Giling Hybrid and Autonomy Green Energy System adalah hybrid, yaitu berasal dari dua sumber (photovoltaic dan PEM fuel cell). Yang dalam hal ini dilakukan suatu pendekatan teknologi yang bertujuan diantaranya:

- Membuat desain mesin giling berbasis otomatis.
- Membuat desain mesin giling dengan sumber daya hybrid.
- Membuat desain mesin giling yang memiliki sistem energi yang ramah lingkungan dan memiliki efisiensi tinggi.

METODE

Desain

Mesin Giling

Alat penggiling yaitu suatu alat yang digunakan untuk menghaluskan suatu bahan yang dalam hal ini bahan rempah ramuan jamu. Alat penggiling didukung tenaga dinamo mesin motor yang berfungsi sebagai penggerak penggiling jamu yang mampu mempersingkat waktu penghalusan jamu daripada menumbuk jamu. Memanfaatkan dynamo yang diteruskan puli (*pulley*) dengan menggunakan V-belt sebagai penghubung ke penggiling jamu. Sehingga terjadi putaran pada penggiling yang digunakan untuk penghalusan daging.[1]

Perancangan alat penggiling dengan menggunakan tambahan motor listrik dengan spesifikasi yang sudah dipilih. Perangkat yang disusun untuk membuat sebuah mesin giling disesuaikan dengan kebutuhan yaitu dalam membuat tepung halus dari bahan rempah ramuan jamu. Berikut perangkat yang digunakan diantaranya,

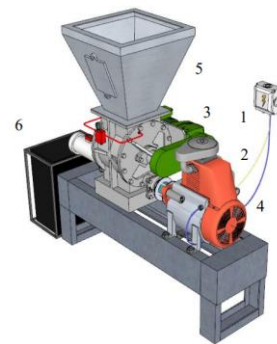
1. Control Panel, bagian ini terdiri dari *push button* untuk menghidupkan penggerak atau mesin diesel mesin tepung.
2. Puli (*Pulley*) merupakan suatu elemen mesin berbentuk lingkaran mesin berjari-jari menyerupai lingkaran sepeda yang berfungsi sebagaiudukan V-belt/sabuk. Puli ditempatkan disebuah poros yang diikat dengan menggunakan pasak. Puli memiliki fungsi mentransfer tenaga putar dari V-Belt ke poros untuk proses pemotongan bahan baku.

3. Pemutar berfungsi menaikkan atau menurunkan bahan baku secara lambat dan ukuran yang lebih kecil.

4. Motor Listrik yaitu alat yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik merupakan alat yang digunakan untuk menggerakkan alat giling dengan cara menggabungkan motor listrik dengan puli yang terhubung dengan *belt* yang kemudian dihubungkan kembali dengan puli yang ada pada alat giling.[2]

5. Cone Input, sebagai wadah masukan bahan baku (*raw material*) yang akan digiling dan sebagai inputan mesin.

6. Wadah Penampang, memiliki fungsi sebagai wadah untuk tepung hasil gilingan yang keluar melalui corong pengeluaran mesin.



Gambar 1. Mesin Penggiling hybrid system menggunakan Autonomy Green Energy System

Autonomy Green Energy System

Autonomy Green Energy System adalah suatu sistem gabungan dalam menghasilkan energi terbarukan yang bersih, aman dan memiliki kerapatan serta efisien energi yang tinggi. Sistem gabungan ini terdiri dari *Photovoltaic* dan *PEM Fuel Cell*.

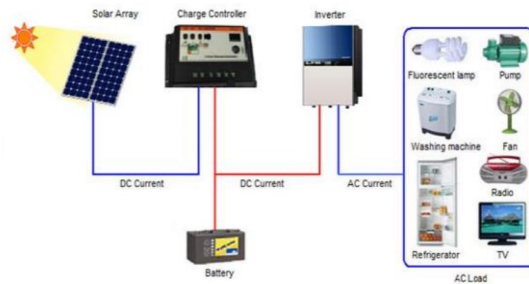
Photovoltaic (Solar Cell)

Photovoltaic atau *Solar Cell* yang dalam bahasa Indonesia berarti sel surya adalah suatu perangkat yang mampu mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Sistem yang secara langsung mentransfer radiasi matahari atau energy cahaya menjadi energi listrik. Sistem *photovoltaic* bekerja dengan prinsip efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* yaitu suatu fenomena dimana suatu sel *photovoltaic* dapat menyerap energy cahaya dan merubahnya menjadi energy listrik. Didefinisikan sebagai suatu fenomena muncul voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat diexpose di bawah energy cahaya.

Radiasi cahaya atau energy solar terdiri dari biasan foton-foton yang memiliki tingkat energy yang berbeda-beda. Perbedaan tingkat energy dari foton cahaya inilah yang akan menentukan panjang gelombang dari

spectrum cahaya. Ketika foton mengenai permukaan suatu sel PV, maka foton tersebut dapat dibiaskan, diserap, ataupun diteruskan menembus sel PV. Foton yang terserap oleh sel PV inilah yang akan memicu timbulnya energi listrik. [3]

Pada artikel ini membahas mengenai PV Hybrid yaitu sistem kombinasi antara PV *On Grid* dan *Off Grid* sehingga selain memproduksi listrik di siang hari dari *Solar Panel*, sistem ini juga mempunyai baterai atau gabungan jenis pembangkit lain untuk memback-up beban kritis jika pada waktu tertentu terjadi masalah pada sumber listrik utama.[4]



Gambar 2. Sistem *Photovoltaic* untuk Peralatan Rumah Tangga

Integration PEM Fuel Cell With PEM Electrolizer

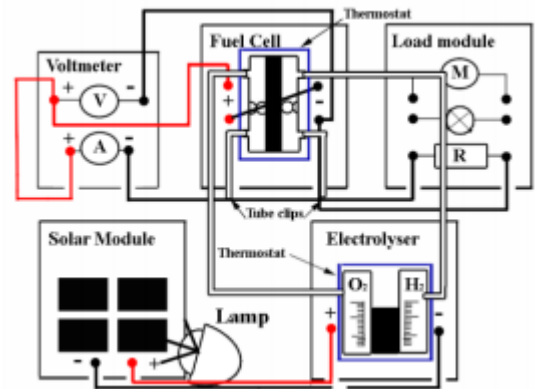
Teknologi PEM fuel cells sebuah inovasi dalam bidang konversi energi. PEM fuel cell menggunakan *Proton Exchange Membrane* (PEM) untuk memisahkan proton dan elektron sehingga menghasilkan energi listrik dan hanya mengeluarkan limbah berupa air. Prinsip dasar operasi PEM fuel cell didasarkan pada elektrolisis air terbalik, hidrogen masuk dari sisi anoda dan oksigen dari sisi katoda. Gas ini dibawa ke elektroda melalui difusi lapisan konduktif yang memungkinkan pasokan gas ke seluruh permukaan elektroda dan kontak listrik antara lapisan reaktif dan pelat bipolar. PEM fuel cell dianggap sebagai penyimpanan paling menjanjikan karena sifatnya suhu operasi rendah yang memberikan awal yang cepat dan manajemen termal yang baik.[5]

Sedangkan PEM Electrolizer merupakan perangkat yang mengubah air menjadi hidrogen. Prinsip dasar operasi PEM electrolizer berdasarkan prinsip elektrolisis air, mengubah air menjadi gas dengan aliran listrik sehingga menghasilkan gas hidrogen pada katoda (-) dan oksigen pada anoda(+). PEM elektrolizer efektif bekerja pada suhu yang tinggi.

Pengintegrasian PEM fuel cell dengan PEM Electrolizer bertujuan agar dapat menyimpan energi listrik dalam bentuk gas hidrogen. Prinsip dasar integrasi ini PEM electrolizer dialiri listrik, listrik tersebut digunakan PEM electrolizer untuk mengubah air menjadi gas hidrogen dan hidrogen kemudian PEM fuel cell untuk mengubah gas hidrogen dan oksigen menjadi listrik.



Gambar 3. PEM Fuel Cell Integration with Electrolyzer



Gambar 4. Sistem Integrasi PEM

Tabel 1. Parameter Konverter DC-DC

Parameter	Boost Mode	Buck Mode
V_{Smin} (V)	24	46
V_{Smax} (V)	26	48
V_o (V)	48	28
I_{in} (A)	4	2
I_o (A)	2	4
Frekuensi Switching (KHz)	45	45

Pada rancang desain mesin giling *hybrid and autonomy green energy system* diperlukan beberapa alat dan bahan yang dalam laporan yang disusun beberapa spesifikasi alat digunakan sebagai acuan dalam melakukan perancangan desain sebagai berikut.

- Alat & Bahan
 1. Rangka Besi Mesin Giling 10 batang
 2. MPPT Controller 2 buah
 3. Photovoltaic Monocrystalline 8 buah
 4. Renogy Link BT Module 3 buah
 5. PV Solar Panel Cable 4 buah
 6. Baterai 24VDC 1 buah
 7. Modul PV Battery Charge Controller 1 buah

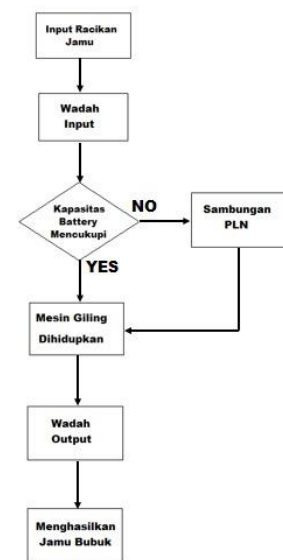
8.	12V PIR Movement Sensor Module	1 buah
9.	12V DC Timer	2 buah
10.	Polar Wire 2/0-120" Cable	1 buah
11.	IronRidge XR100 RoofMount	6 buah
12.	Motor DC Mesin Mixer	1 buah
13.	Puli Mixer	1 buah
14.	Hammer Mill	2 buah
15.	Saringan Kasar (Hammer Mill)	1 lembar

Pembuatan rancang bangun Mesin Penggiling *Hybrid and Autonomy Green Energy System* ini melalui beberapa tahapan di antaranya:

Tahap Perancangan

Pada tahap ini tim pelaksana mengumpulkan berbagai data lapangan dari pemilik maupun karyawan UKM jamu bubuk. Dari hasil wawancara UKM, didapat bahwa selama ini masih menggunakan cara tradisional yaitu dengan menumbuk. Yang mana cara tersebut kurang efektif dan efisien mengingat saat ini produk jamu bubuk sedang banyak dicari konsumen. Oleh karena itu, diperlukan adanya mesin yang dapat meningkatkan jumlah produksi, serta dapat meringankan beban kerja para karyawan.

Mesin giling yang tim pelaksana rancang berbasis tenaga hibrid (yaitu menggabungkan *fuel* dan *photovoltaic cell*). Selain menggunakan bahan bakar minyak, juga menggunakan cahaya matahari sebagai sumber energinya. Energi listrik dari cahaya matahari nantinya disimpan ke dalam *battery* sehingga ketika tidak melakukan proses produksi, sistem sel surya tetap dapat menyimpan cadangan energi. Kemudian, fungsi dari penghibridan dengan sumber energi bahan bakar minyak yaitu dikarenakan mencadangi ketika kondisi musim penghujan, yang mana intensitas cahaya matahari terbatas dan ditakutkan tidak dapat memenuhi kebutuhan energi untuk menjalankan mesin giling. Berikut Diagram alir dari gambaran umum sistem kerja mesin giling.



Gambar 5. Diagram Alir Gambaran Umum Sistem Kerja Mesin Giling

Tahap Pembuatan

Setelah diselesaikan rancangan gambar alat berdasarkan kebutuhan pengguna, maka tahapan selanjutnya yang harus dilakukan adalah pembuatan mesin giling. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan alat dan bahan yang dibutuhkan selama proses pengerjaan. Kemudian pembuatan bagian-bagian dari mesin giling dapat di buat sesuai dengan desain yang telah dirancang berdasarkan kebutuhan pengguna. Setelahnya dilakukan proses perakitan mesin giling secara keseluruhan.

Tahap pengujian

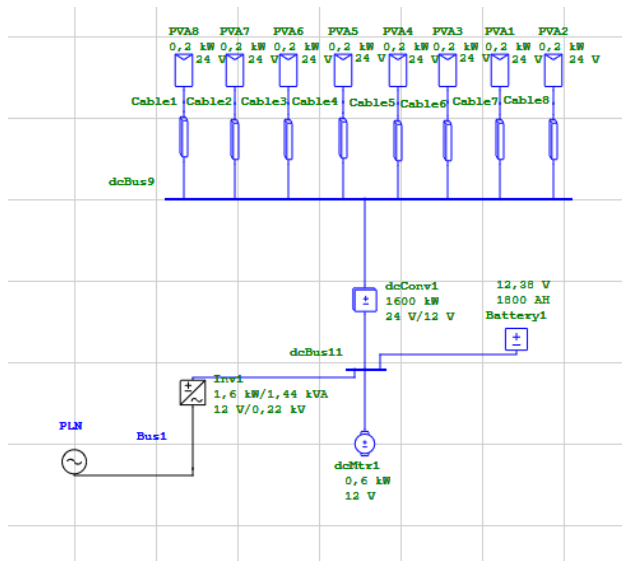
Proses pengujian dilakukan agar dapat mengetahui kinerja mesin secara nyata. Apabila hasil keluaran (ukuran bubuk) sudah sesuai, kelistrikan sudah terpasang dan dapat dijalankan dengan baik, serta efisiensi mesin sudah mencukupi, maka dapat dikatakan bahwa mesin giling telah berhasil dibuat dan dapat disosialisasikan ke pengguna (UKM Jamu Bubuk).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat dibuat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Untuk perancangan dan perakitan cukup rumit untuk dilakukan masyarakat umum, sehingga perlu tenaga teknisi yang mumpuni khususnya bagian maintenance. Biaya awal yang cukup tinggi juga menjadi kendala, namun dengan adanya mesin giling hybrid segala biaya produksi dapat ditekan sehingga sangat menguntungkan kedepannya.

Untuk mengetahui supply energi yang dibutuhkan maka analisis perhitung menggunakan rumus untuk mengetahui spesifikasi mesin, tegangan dan daya yang dibutuhkan serta manajemen sistem energi untuk menyuplai kebutuhan daya pada mesin giling dan

penggambaran dilakukan dengan menggunakan software Etap, dibawah ini rangkaian single line diagram rangkaian hybrid photovoltaic dengan PEM Fuel Cell.



Gambar 6. Single Line Diagram Untuk Kebutuhan Energi Mesin Giling Dengan Sistem Hybrid Photovoltaic Dan PEM Fuel Cell

Analisis Kebutuhan Daya Mesin Giling Jamu

Beban pada mesin giling diuraikan sebagai berikut.

Tabel 1. Daftar beban yang dibutuhkan

No	Nama Beban	Beban (W)	Jam OP (Jam)	Total(Wh)
1	Lampu (2 buah)	50	4	200
2	Motor Listrik	600	6	3600

Total beban yang dipakai dalam pengelolaan mesin giling jamu untuk perharinya adalah 3800 Wh. Dengan waktu efektif penyinaran di Indonesia sebesar 3,4. Sehingga total W_p yang dibutuhkan dihitung sebagai berikut. (dengan faktor keamanan 1,3 agar tidak terjadi drop)

$$Total W_p = 3800 \times \frac{1,3}{3,4} = 1452,941 W_p \quad (1)$$

Photovoltaic (Sel Surya) yang digunakan yaitu jenis photovoltaic monocrystalline dimana menyerap energi matahari dari cahaya yang dihasilkan matahari, dengan efisiensi yang tinggi dibandingkan dengan jenis photovoltaic polycrystalline, dan menghasilkan energi sebesar 200 Wp. Sehingga panel yang dibutuhkan sebesar

$$UnitModul = \frac{1452,941}{200} = 7,264706 \quad (2)$$

Maka jumlah panel yang digunakan sebanyak 8 buah. Dari Photovoltaic daya yang dihasilkan disimpan ke dalam battery management system melewati charger control berbasis MPPT. Untuk fungsi dari PEM Fuel

Cell digunakan sebagai baterai cadangan jika kapasitas baterai utama penuh. Daya yang masuk ke BMS dikontrol oleh control charger dengan tegangan tertentu yang fungsinya ketika battery penuh maka akan mem-block aliran arus listrik yang dihasilkan dari photovoltaic yang menghasilkan aliran listrik secara terus menerus. Untuk kapasitas baterai yang digunakan dapat dihitung dengan menghitung faktor pembagi tegangan, terlebih dahulu menghitung penggunaan Wh per hari berikut :

$$Wh/hari = \frac{(W_p \times Unit)}{(W_p \times Panel)} \quad (3)$$

$$Wh/hari = \frac{(200 \times 7,264)}{(200 \times 8)}$$

$$Wh/hari = 0,908088$$

Dengan laju pelepasan muatan sebesar 0,6 dan tegangan baterai 12V. Maka faktor pembagi tegangan baterai yang digunakan sebesar.

$$Faktor Pembagi = 0,908 \times 0,6 \times 12 = 6,538235 \quad (4)$$

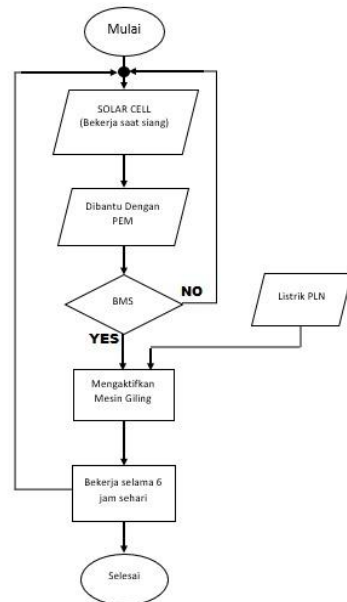
Dengan lama penggunaan autonom sebesar 3jam serta total beban per hari sebesar 3800Wh. Sehingga diperoleh kapasitas baterai minimal sebesar.

$$K. Baterai = \frac{(T.Beban \times Lama Pengg. Autonom)}{Faktor Pembagi} \quad (5)$$

$$K. Baterai = \frac{(3800 \times 3)}{6,538235} = 1743,59 Ah$$

Mesin giling atau beban membutuhkan daya sebesar 600 W, untuk keperluan menggiling dapat bekerja selama 6 jam sehari sesuai dengan penyimpanan battery namun dapat bekerja secara terus menerus jika pasokan energi matahari dan PEM Fuel Cell mencukupi. Untuk kerja photovoltaic ini bekerja secara on grid dimana pasokan energi listrik tetap dibantu dari listrik PLN sebesar 220V untuk UKM, sehingga kebutuhan daya untuk mesin tercukupi.

Untuk memudahkan menganalisis sistem dari supply energy untuk mesin giling jamu maka disajikan diagram alir untuk lebih jelasnya. Secara keseluruhan kerja dari sistem autonomy green energy dapat digambarkan oleh diagram alir berikut.



Gambar 7. Diagram Alir Sistem Mesin Giling Jamu
Autonomy Green Energy System

1.1 Analisis Desain Spesifikasi Mesin Giling Jamu

Direncanakan di awal, motor listrik yang digunakan untuk memutar mesin giling dayanya adalah 600 W dengan 120 rpm serta digunakan dalam 6 jam sehari. Maka untuk menentukan hasil jamu yang dapat dihasilkan oleh mesin per jamnya pertama menghitung torsi yang ada pada mesin menggunakan rumus berikut. [6]

$$T_m = 9,75 \times 10^5 \times \frac{P}{rpm} \quad (7)$$

$$T_m = 9,75 \times 10^5 \times \frac{600}{1200}$$

$$T_m = 487 \text{ kg mm}$$

Didapatkan torsi mesin T_m sebesar 487 kg mm. Selanjutnya menghitung besar gaya yang ada pada mesin dengan menggunakan torsi mesin dibandingkan dengan jari-jari hammer mill (pisau mesin) berikut. [6]–[8]

$$F = \frac{T_m}{r} = \frac{487 \text{ kg mm}}{100 \text{ mm}} = 4,87 \text{ kg} \quad (8)$$

Pada mesin giling, tersusun dari hammer mill yang diputar dengan motor listrik dihubungkan dengan puli. Hammer mill dapat dikatakan pisau yang terdapat semacam palu diujungnya untuk memotong bahan yang masuk kedalam wadah input. Terdapat beberapa satuan untuk hammer mill diantaranya cpt (chip per tooth/lebar lubang saringan) sebesar 0,1; hammer sejumlah 2 buah dan rpm. Dari satuan tersebut dihasilkan kecepatan potong dengan mengalikan beberapa satuan tersebut. [6]–[8]

$$\begin{aligned} & \text{jumlah palu} \times \text{cpt} \times \text{rpm} \\ &= 2 \times 0,1 \times 1200 \\ &= 240 \text{ mm/menit} \end{aligned} \quad (9)$$

Untuk mengetahui luas penampang saringan (bentuk tabung) dapat dihitung sebagai berikut. (diketahui jari-jari hammer mill 110mm dan tinggi tabung diperkirakan 50mm)

$$\begin{aligned} A &= \pi \times r \times t \\ A &= 3,14 \times 110 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \\ A &= 17270 \text{ mm}^2 \end{aligned} \quad (10)$$

Diketahui massa jenis bahan yaitu jamu herbal adalah $\rho = 1,4 \times 10^{-7} \text{ kg/mm}^3$. Setelah mendapatkan nilai dari kecepatan potong, massa jenis bahan dan luas penampang saringan maka dapat dihitung kapasitas produksi per jam berikut. [6]–[8]

$$\begin{aligned} k.prod &= \text{kecepatan potong} \times \rho \times A \\ k.prod &= 240 \text{ mm/menit} \times 17270 \text{ mm}^2 \times 1,4 \\ & \quad \times 10^{-7} \text{ kg/mm}^3 \\ k.prod &= 0,58 \text{ kg/menit} = 34,8 \text{ kg/jam} \end{aligned} \quad (11)$$

Kapasitas produksi dari mesin giling jamu yang dihasilkan per jamnya adalah 34,8 kg.

$$\frac{4,87 \text{ kg}}{34,8 \text{ kg}} \times 60 \text{ menit} = 8,4 \text{ menit} \quad (12)$$

Jadi, sekali digunakan mesin dapat menghasilkan 4,8 kg dalam 8 menit.

SIMPULAN

Berdasarkan rancangan desain yang telah dibuat mesin giling jamu autonomy green energy system terdiri dari motor listrik & penggiling sebagai beban utama, serta panel, baterai dan control charger sebagai supply daya untuk mesin giling. Untuk motor listrik DC yang direncanakan sebesar 600W, sehingga total beban perhari yang digunakan sebesar 3800Wh (ditambah kebutuhan lampu) yang membutuhkan panel surya sebesar 1453 Wp. Panel yang digunakan berjenis monocrystalline dengan alasan ramah lingkungan, lebih awet dan efisiensi lebih tinggi dibanding tipe panel lain. Spesifikasi panel yang direncanakan sebesar 200 Wp sehingga membutuhkan kurang lebih 8 panel untuk menyuplai beban. Dengan spesifikasi panel yang direncanakan, maka kapasitas baterai minimal yang dibutuhkan adalah sebesar 1744 Ah.

Mesin giling jamu bekerja selama 6 jam dalam sehari. Dengan berbasis green autonomy green energy sistem, mesin giling jamu setiap jamnya dapat menghasilkan kapasitas produksi sebanyak 34,8 kg setiap jamnya. Untuk kapasitas maksimum yang dapat

ditampung oleh mesin giling (input) adalah sebanyak 4,87 kg.

Mesin giling jamu ini lebih efektif dan efisien digunakan khususnya pada industri kecil walaupun membutuhkan dana awal yang cukup besar. Ditambah ramah lingkungan serta dapat mengurangi ongkos produksi dan waktu yang dibutuhkan selama proses pembuatan jamu herbal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Maulana, "Perancangan Alat Penggiling Kacang Dengan Motor Listrik Menggunakan Metode Reverse Engineering," Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2017.
- [2] A. E. S. D. U. Fitzgerald, *Mesin-Mesin Listrik*. Jakarta: Erlangga, 1997.
- [3] W. Handini, "Performa Sel Surya Tersensitasi Zat Pewarna (DSS) Berbasis ZnO Dengan Variasi Tingkat Pengisian dan Besar Kristalit TiO₂," Universitas Indonesia, Jakarta, 2008.
- [4] A. H. Goetzberger, *Photovoltaic Solar Energy Generation*. Springer, 2005.
- [5] N. Tlili, B. Neily, and F. B. Salem, "Modeling and simulation of hybrid system coupling a photovoltaic generator, a PEM fuel cell and an electrolyzer (Part I)," in *2014 IEEE 11th International Multi-Conference on Systems, Signals Devices (SSD14)*, Feb. 2014, pp. 1–8, doi: 10.1109/SSD.2014.6808808.
- [6] T. Mulyanto and Supriyono, "Perancangan Mesin Penggiling Jagung Tongkolan," *J. ASIIMETRIK*, vol. 1.1, Jan. 2019, Accessed: Sep. 10, 2020. [Online]. Available: <http://teknik.univpancasila.ac.id/asiimetrik/>.
- [7] D. Ganjar Subagio, "Rancang Bangun Mesin Tepung Obat Tradisional Dengan Penambahan Blower Penghisap Pada Ruang Giling," *J. Teknol. Bahan Dan Barang Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, Desember 2011.
- [8] R. Paramawati, S. Triwahyudi, R. Yuliana Gultom, and Mardison, "Rekayasa Mesin Penepung Tipe Double Jacket Untuk Komoditas Bofarmaka," *J. Enj. Pertan.*, vol. VI, no. 2, p. 93, Oct. 2008.