

NASKAH ORISINAL

PV *On-Grid* sebagai Sumber Listrik untuk Mesin Pencacah Sampah Organik di TPS-3R Madirejo Bersatu Malang

Heri Suryoatmojo* | Feby Agung Pamuji | Dedet Candra Riawan | Mochamad Ashari

Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Korespondensi

*Heri Suryoatmojo, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: suryomgt@gmail.com

Alamat

Laboratorium Konversi Energi Listrik, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Abstrak

Sampah masih menjadi masalah yang besar selama bertahun-tahun di Indonesia. Sampah yang terbuang didominasi oleh sampah organik, yaitu sisa makanan seperti sayur dan buah, ranting, kayu, dengan persentase 57%. Walaupun terbuat dari bahan organik, sampah ini memiliki dampak buruk apabila dibiarkan. Sampah organik dapat mencemari air dan mengganggu kehidupan makhluk hidup. Akan tetapi, apabila diolah menjadi pupuk, sampah organik bisa menjadi komoditas yang besar di Indonesia, khususnya bagi daerah sekitar bank sampah, TPS 3R, dan tempat pengelolaan sampah lainnya. Hal itu juga didukung oleh kebutuhan pupuk kompos yang banyak oleh petani sekitar. Salah satu tempat pengelolaan sampah di Indonesia adalah TPS 3R Madiredo Bersatu. Setiap bulan, produksi pupuk kompos yang dihasilkan adalah 750 kg sampai 1 ton. Dengan jumlah tersebut dan hanya dilakukan oleh 2 pekerja, pekerjaan tersebut terasa berat. Dibutuhkan alat yang dapat membantu dan mempermudah pekerjaan tersebut, baik dari segi waktu maupun tenaga. Dirancanglah inovasi mesin pencacah sampah organik dengan PV sebagai sumber energi. Pemasangan PV akan menghemat listrik bulanan yang dikonsumsi untuk operasi mesin tersebut. Penggunaan PV juga dapat mendukung akselerasi penggunaan energi baru terbarukan guna mewujudkan energi yang bersih dan murah di kalangan masyarakat. Inovasi alat ini bertujuan untuk mengenalkan kepada masyarakat mengenai penerapan energi baru terbarukan dan membantu pengelola TPS 3R mengelola sampah organik yang ditampung, dan mengurangi biaya pengeluaran akibat mesin pencacah sampah.

Kata Kunci:

Mesin pencacah, sampah organik, pupuk organik, energi terbarukan, Topik SDGs: *Affordable and clear energy*

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Pemerintah telah membangun berbagai fasilitas pengelolaan sampah di seluruh Indonesia, termasuk TPA, TPS 3R, bank sampah, rumah kompos, dan komposting skala RT/RW. Salah satu tempat pengelolaan sampah tersebut adalah TPS 3R Madiredo Bersatu di Kabupaten Malang, Jawa Timur, yang menghadapi tantangan besar dalam mengelola sampah organik. Pada tahun 2022, jumlah sampah organik di TPS 3R ini mencapai 58,77 ton^[1], sehingga kebutuhan akan mesin pencacah sampah untuk mempercepat pengolahan sampah menjadi pupuk organik menjadi sangat mendesak. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, rencana penyediaan mesin pencacah sampah organik di TPS 3R Madiredo Bersatu sangat relevan. Potensi energi terbarukan di wilayah Malang, terutama energi surya, sangat besar karena wilayah ini memiliki suhu rendah dan sinar matahari yang stabil sepanjang tahun, sehingga potensi ini dapat dimanfaatkan untuk mengoptimalkan pengoperasian mesin tersebut sekaligus menghindari pencemaran lingkungan.

Sistem *photovoltaic* (PV) di TPS 3R Madiredo Bersatu direncanakan untuk mendukung operasional mesin pencacah sampah dengan memanfaatkan energi surya yang melimpah di wilayah Malang. Terdapat tiga jenis utama sistem PV berdasarkan cara operasinya: PV *off-grid*, PV *hybrid*, dan PV *on-grid*. PV *off-grid* adalah sistem yang beroperasi secara independen dari jaringan listrik utama, biasanya dilengkapi dengan baterai untuk menyimpan energi agar bisa digunakan saat sinar matahari tidak tersedia. Sistem ini cocok untuk daerah yang tidak terjangkau jaringan listrik atau membutuhkan listrik mandiri, namun biaya dan kompleksitasnya lebih tinggi karena penggunaan baterai. Sementara itu, PV *hybrid* menggabungkan keunggulan sistem *on-grid* dan *off-grid* dengan memanfaatkan energi dari jaringan listrik utama serta baterai penyimpanan. Sistem ini menawarkan fleksibilitas tinggi dan keamanan energi, meskipun dengan biaya yang lebih besar.

Namun, TPS 3R Madiredo Bersatu memilih untuk menggunakan sistem PV *on-grid*, yang terhubung langsung ke jaringan listrik utama tanpa memerlukan baterai penyimpanan^[2]. Energi yang dihasilkan oleh PV akan langsung digunakan untuk operasional mesin pencacah sampah, dan kelebihan energi dapat disalurkan kembali ke jaringan listrik (*grid*). Ini memungkinkan TPS 3R memanfaatkan skema *net metering*, dimana kelebihan energi yang disalurkan ke jaringan listrik akan dikompensasi dalam tagihan listrik, sehingga membuat sistem ini efisien dan ekonomis. Pemanfaatan sistem PV *on-grid* juga sejalan dengan potensi energi surya di Malang, yang memiliki intensitas sinar matahari cukup tinggi, sehingga TPS 3R dapat memaksimalkan sumber daya alam yang tersedia.

Selain mengurangi biaya operasional, penggunaan sistem PV *on-grid* juga mendukung inisiatif pengurangan emisi karbon dengan mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Dengan demikian, TPS 3R Madiredo Bersatu berkontribusi dalam upaya global untuk menekan dampak perubahan iklim, serta mendukung pencapaian target lingkungan hidup dan ekonomi yang lebih hijau di masa depan melalui solusi energi yang berkelanjutan.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah masyarakat mampu mengenal, menggunakan, dan mengembangkan energi terbarukan di lingkungannya. Tujuan lainnya adalah membantu pengelola tempat pengelolaan sampah untuk memproses sampah organik menjadi pupuk atau kompos. Manfaat yang diperoleh dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah dapat membantu pengelola tempat pengelolaan sampah untuk menghemat waktu dan tenaga dalam memproses sampah organik. Dampak yang diharapkan adalah TPS 3R Madiredo Bersatu dapat menampung dan mengelola sampah organik dengan kapasitas lebih banyak, membantu masyarakat dan lingkungan agar selalu bersih dari sampah, serta meningkatkan kemandirian dalam pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.3 | Target Luaran

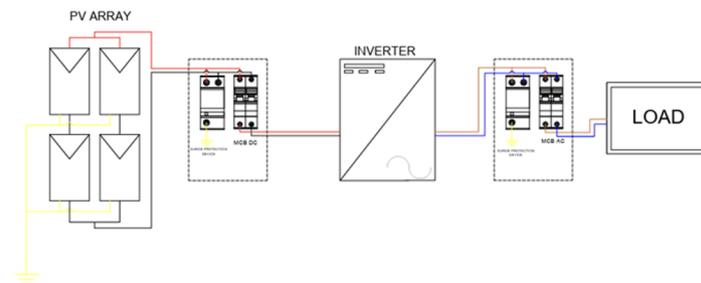
Luaran dan target capaian dari mesin pencacah PV *on-grid* ini adalah:

1. Membentuk pemahaman dan pola pikir masyarakat mengenai pemanfaatan energi baru dan terbarukan sehingga masyarakat tertarik berpindah dari energi konvensional ke energi terbarukan.
2. Membuat mesin pencacah sampah organik bertenaga matahari yang siap diterapkan di Tempat Pengelolaan Sampah *Reduce – Reuse – Recycle* (TPS 3R) Madiredo Bersatu, Malang.

3. Publikasi dan arsip seluruh kegiatan pelaksanaan pada jurnal nasional pengabdian masyarakat, *book chapter*, media cetak dan media *online*.
4. Membuat video dokumentasi yang dipatenkan untuk keperluan publikasi untuk masyarakat umum.
5. Menjalin kerjasama dengan pengelola TPS 3R Madiredo Bersatu untuk pemberdayaan masyarakat sekitar.

2 | TINJAUAN PUSTAKA

PV *on-grid* pada mesin pencacah sampah organik sebenarnya sama dengan mesin pencacah pada umumnya. Hanya saja yang membedakan adalah sumber penggerak berasal dari motor listrik yang mendapat catu daya listrik dari PV yang terhubung dengan PLN. Secara umum kelistrikan sistem PV *on-grid* seperti terlihat pada Gambar (1). Komponen- komponen yang digunakan sebagai berikut:



Gambar 1 Rancangan sistem kelistrikan.

2.1 | Mini Circuit Breaker (MCB)

Mini Circuit Breaker seperti terlihat pada Gambar (2) adalah salah satu komponen listrik yang dapat memutus arus suatu rangkaian apabila arus yang mengalir melebihi batas kemampuan atau kapasitas komponen. *Mini Circuit Breaker* atau MCB menjadi komponen yang sangat penting pada proses instalasi listrik sebagai proteksi bagi peralatan karena dapat mencegah kerusakan pada komponen elektronik akibat arus tinggi^[3]. MCB dipasang sebelum peralatan atau beban dengan kapasitas tertentu, lebih kecil dari kapasitas peralatan agar dapat membatasi arus yang berlebih.



Gambar 2 Mini Circuit Breaker (MCB).

2.2 | Photovoltaic (PV)

PV atau *Photovoltaic* adalah alat yang bisa mengonversi cahaya matahari secara langsung menjadi energi listrik. PV tersusun atas banyak komponen seperti sel sehingga sering disebut dengan sel surya. Di dalam PV terdapat bahan yang bisa menyerap cahaya agar terjadi pertabrakan foton dan menghasilkan aliran elektron bebas. Bahan yang paling umum digunakan adalah silikon. Walaupun begitu, terdapat beberapa bahan lain seperti *cadmium telluride* dan *polimer*. PV mulai sering digunakan untuk

sumber energi pada sebuah bangunan atau peralatan karena efisiensi yang semakin meningkat, harga semakin murah, dan lebih ramah lingkungan^[4].



Gambar 3 Beragam Konfigurasi PV.

2.3 | DC Surge Arrester

Surge Arrester berguna untuk melindungi perangkat elektronik dari tegangan lebih dalam kondisi transien yang terjadi akibat faktor eksternal seperti peristiwa petir dan *internal switching*. *Surge arrester* dapat menyelamatkan peralatan listrik dari kerusakan karena lonjakan listrik yang tinggi dengan mem-*bypass* lonjakan tersebut. Komponen ini biasanya dipasang secara paralel dengan saluran serta peralatan yang terpasang. Gambar (4) menampilkan beragam produk DC *Surge Arrester* yang banyak dijumpai di masyarakat. Bahan umum yang sering dipakai untuk *surge arrester* adalah *zinc oxide* atau seng oksida^[5].



Gambar 4 Ragam DC *Surge Arrester*.

2.4 | Inverter

Inverter digunakan untuk mengubah tegangan *input* DC menjadi tegangan AC. Keluaran *inverter* dapat berupa tegangan yang dapat diatur dan tegangan yang tetap. Sumber tegangan *input inverter* dapat menggunakan *battery*, PV, atau sumber tegangan DC yang lain. *Inverter* dalam aplikasinya dapat diparalel dengan *inverter* yang lain. Secara desain, *inverter* dapat dikelompokkan menjadi *inverter half-bridge* dan *full-bridge*^[6]. Gambar (5) menampilkan produk-produk *inverter on-grid* yang ada di pasaran.



Gambar 5 Ragam Produk *Inverter*.

2.5 | Maximum Power Point Tracking (MPPT)

MPPT merupakan teknik yang memungkinkan penentuan titik optimal di mana PV menghasilkan daya maksimum. Gambar (6) menunjukkan produk MPPT yang banyak digunakan di lapangan. Salah satu keunggulan MPPT adalah kemampuannya dalam dengan cepat mencapai keseimbangan atau titik seimbang PV yang diperlukan oleh beban dan yang dapat dipenuhi oleh PV. Lebih detailnya, MPPT mengoptimalkan konversi energi dari PV dengan memantau dan menyesuaikan arus dan tegangan inputnya. Dengan melakukan pemantauan konstan terhadap kondisi cahaya dan karakteristik PV, MPPT dapat secara dinamis menyesuaikan titik operasi PV untuk memaksimalkan daya yang dihasilkan. Hal ini memungkinkan PV untuk bekerja pada kondisi terbaiknya sesuai dengan intensitas cahaya yang berubah-ubah atau faktor lingkungan lainnya, memastikan efisiensi maksimum dalam penghasilan daya^[7].



Gambar 6 Produk MPPT controller yang dijumpai di masyarakat.

2.6 | Motor Induksi 1 Fasa

Motor Induksi 1 Fasa adalah motor yang sering dijumpai pada alat-alat elektronik di sekitar kita, seperti kipas, pompa, dan mesin cuci. Motor induksi 1 fasa hanya tersusun dari 2 belitan, yaitu *auxiliary winding* dan *main winding*. Motor induksi memiliki performa yang lebih rendah daripada motor DC dan motor sinkron^[8]. Motor ini bekerja pada frekuensi konstan dan disuplai oleh jaringan arus bolak-balik (AC). Motor induksi tidak memiliki mekanisme *start* bawaan karena biasanya dioperasikan hanya dengan satu belitan *stator*. Oleh karena itu beberapa pengaturan khusus, seperti penyediaan belitan bantu pada *stator*, harus dilakukan untuk membuatnya memulai sendiri. Motor ini dikaitkan dengan beberapa masalah seperti, tidak dapat menyala sendiri, tidak dapat menampung beban berat karena faktor daya rendah, torsi awal rendah, arus awal tinggi, dan efisiensi rendah yang menyebabkan pemborosan energi yang besar. Akan tetapi, Motor induksi 1 fasa dapat diandalkan, kuat, dan murah sehingga banyak digunakan di rumah-rumah dan perkantoran^[9]. Gambar (7) menunjukkan varian produk motor induksi satu fasa.



Gambar 7 Motor Induksi 1 Fasa.

2.7 | Mesin Pencacah Sampah Organik

Mesin pencacah sampah adalah alat yang berguna untuk mencacah sampah-sampah organik. Mesin ini akan memotong sampah organik menjadi ukuran yang sangat kecil. Biasanya dimanfaatkan oleh pelaku usaha pengolahan pupuk kompos untuk mempercepat pengolahan^[10]. Mesin pencacah sampah organik seperti terlihat pada Gambar (8) memiliki 2 pisau, yaitu pisau pencacah dan pisau diam. Kedua pisau tersebut terletak di dalam tabung pencacah. Motor digunakan untuk memutar poros penggerak dan pisau. Mesin ini dirancah dengan mekanisme *shredder*. Sampah akan tertarik, terpotong, serta tercacah di dalamnya^[11].



Gambar 8 Mesin Pencacah Sampah Organik.

3 | METODE KEGIATAN

3.1 | Survei Lokasi

Pada tahap survei, kunjungan dilakukan ke lokasi mitra untuk berbicara dengan mereka dan melihat kondisi lapangan secara langsung. Tujuan dari kunjungan ini adalah untuk mengidentifikasi masalah yang ada pada mitra, mengetahui potensi energi terbarukan di lokasi mitra, dan mengetahui kondisi lahan yang akan digunakan untuk program.

3.2 | Model dan Alat Peraga

Harapannya adalah bahwa cara kerja PV *on-grid* dapat dikurangi dengan menggunakan model dan alat peraga. Dalam hal cara kerja PV *on-grid*, Mitra juga dapat berkomunikasi secara langsung dengan baik dengan dosen maupun mahasiswa. Selain menggunakan peralatan fisik, alat peraga dapat berupa buku panduan proses pencacah sampah, buku panduan operasi alat, dan poster Standar Prosedur Operasional (SOP) yang menjelaskan cara kerja PV *on-grid* pada mesin pencacah sampah.

3.3 | Presentasi

Pak Bambang selaku perwakilan Mitra Desa Madiredo, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, memberikan sambutan pembukaan acara pengabdian masyarakat ini. Dalam sambutan, beliau mengatakan bahwa peluang untuk energi terbarukan, khususnya tenaga matahari, harus sepenuhnya dieksploitasi untuk memberi daerah terpencil yang potensial kesempatan untuk memanfaatkannya. Penerapan PV *on-grid* pada mesin pencacah sampah ini diharapkan dapat dimanfaatkan menjadi media pembelajaran bagi masyarakat sekitar mengenai energi terbarukan.

Diintegrasikannya PV *on-grid* pada mesin pencacah sampah ini juga dinilai efektif untuk mengurangi biaya operasional. Dengan adanya inovasi mengenai energi terbarukan ini, Mitra Desa Madiredo, Kecamatan Pujon ini memiliki harapan besar bahwa sistem PV *on-grid* ini dapat berkembang lagi kedepannya. Dalam sambutan dari Prof. Heri Suryoatmojo, ST., MT., Ph.D selaku perwakilan dari Tim Pengabdian Masyarakat ITS. Dalam sambutan ini, beliau menyampaikan bahwa perguruan tinggi memiliki tugas dan tanggung jawab untuk melakukan pengabdian masyarakat sesuai dengan Tridharma Perguruan Tinggi. Beliau juga menjelaskan tentang potensi energi surya yang ada di Indonesia dan perkembangan dari *Renewable Energy* di Indonesia secara umum.

3.4 | Diskusi dan Tanya Jawab

Materi yang disampaikan tidak hanya secara satu arah melalui presentasi, melainkan dua arah dengan diskusi dan tanya jawab. Mitra yang ingin menyampaikan ide-ide mereka untuk mengembangkan kegiatan pengabdian masyarakat berbasis sumber energi baru dan terbarukan juga telah difasilitasi. Terjadi diskusi yang menarik antara tim pengabdian dengan mitra, terkait pengoperasian alat yang telah dihibahkan.

Keseluruhan kegiatan pengabdian masyarakat dapat dijelaskan seperti pada Gambar (9).



Gambar 9 Skema Pengabdian Masyarakat Mesin Pencacah Sampah Berbasis PV *on-grid*.

4 | HASIL DAN DISKUSI

4.1 | Survei Lapangan



Gambar 10 Kondisi TPS-3R Madirejo Malang.

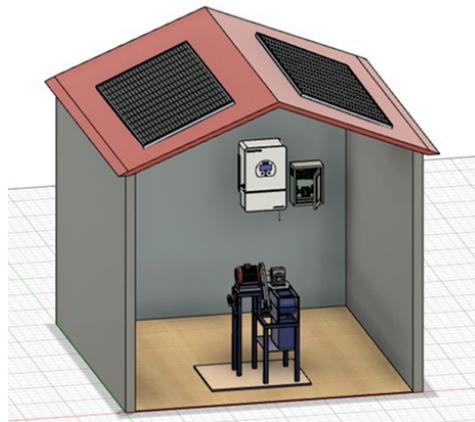
Pada tahap survei, dilakukan kunjungan ke lokasi mitra untuk melakukan diskusi dengan mitra dan meninjau kondisi lapangan secara langsung. Tujuan kunjungan ini adalah untuk mencari permasalahan yang ada pada mitra serta untuk mengetahui potensi

energi terbarukan di lokasi mitra dan mengetahui kondisi lahan yang nanti akan dijadikan tempat pelaksanaan program. Jarak dari ITS menuju lokasi mitra pengabdian masyarakat adalah 122 km. Mitra yang dipilih adalah TPS 3R Madiredo Bersatu, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Lokasi ini dipilih karena TPS 3R Madiredo Bersatu menampung banyak sampah setiap tahunnya dan permintaan kompos atau pupuk semakin meningkat. Gambar (10) menunjukkan kondisi mitra. Survei dilakukan dengan mewawancarai perwakilan TPS 3R Madiredo Bersatu sehingga didapatkan beberapa informasi sebagai berikut:

1. Kapasitas langganan listrik pada TPS pencacah sampah Mandirejo adalah 1300 VA.
2. Daya tampung sampah organik adalah 10-ton setiap hari.
3. Terdapat 2 pekerja dengan waktu produksi selama 1 bulan untuk menghasilkan 750 kg – 1 ton kompos.
4. Lokasi atap rumah berada di lahan terbuka tanpa shading berarti cocok untuk pemasangan PV.

4.2 | Perancangan Sistem Pencacah Sampah Berbasis PV *on-grid*

Pada kegiatan ini, dilakukan perancangan sistem keseluruhan berdasarkan rekomendasi solusi yang telah disampaikan. Perancangan sistem dimulai dari perancangan secara umum hingga perancangan secara khusus mulai dari gambaran *wiring* sistem hingga pemilihan komponen yang diperlukan. Gambar (11) menampilkan visualisasi 3D system pencacah sampah yang diusulkan. Selain itu, selanjutnya perlu dilakukan *sizing* alat serta komponen-komponen yang terpasang agar sesuai satu sama lain dan tidak terjadi *underrating* yang dapat menimbulkan kerusakan sistem. Setelah diketahui masing-masing kapasitasnya, dapat dilanjutkan untuk pembelian komponen-komponen yang diperlukan.



Gambar 11 Tampilan 3D Sistem Pencacah Sampah.

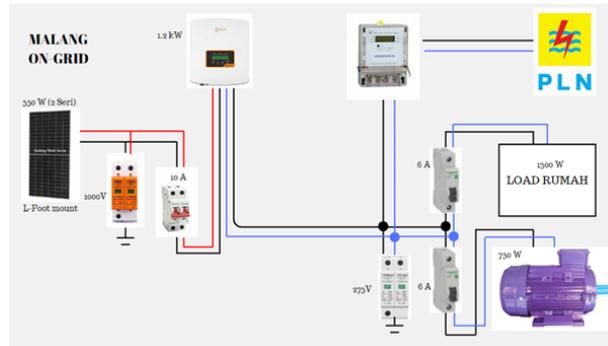
4.2.1 | Perhitungan Spesifikasi *Inverter*

Inverter merupakan perangkat elektronika daya yang berfungsi untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Agar *inverter* memiliki *lifetime* yang lebih lama, pengoperasian *inverter* dianjurkan sekitar setengah dari kapasitas *inverter*. Dalam hal ini digunakan *inverter* berjenis *pure sine wave* 1000 W, sehingga dapat mengubah tegangan DC menjadi AC yang dapat digunakan untuk mesin pencacah sampah.

4.2.2 | Perhitungan Spesifikasi PV

Kapasitas motor induksi yang digunakan pada mesin ini adalah 750 W. Sehingga PV yang digunakan harus lebih besar dari 750 W. Untuk memudahkan mobilisasi peralatan dan pemasangan, maka kapasitas PV yang digunakan pada kegiatan ini adalah 550 Wp sebanyak dua buah. Pada saat daya PV berkurang akibat intensitas matahari yang rendah maka mesin pencacah sampah mengambil daya dari PLN. Sebaliknya pada saat mesin pencacah sampah tidak beroperasi, maka daya yang dihasilkan dari PV

digunakan untuk mencukupi daya listrik di tempat tersebut. Gambar (12) menampilkan skematik lengkap sistem PV *on-grid* untuk mengoperasikan mesin pencacah.



Gambar 12 Diagram Wiring dari Sistem PV *On-grid*.

4.3 | Pelaksanaan Pengabdian

4.3.1 | Instalasi Mesin Pencacah Sampah serta Pemasangan PV *On-grid* di Lokasi Mitra

Acara pengabdian masyarakat ini berfungsi sebagai sarana untuk memperkenalkan dan menyebarluaskan pengetahuan mengenai energi baru terbarukan, khususnya teknologi PV, kepada masyarakat. Dalam rangkaian kegiatan ini, dilakukan serangkaian langkah instalasi dan pemasangan peralatan yang sangat penting untuk mendukung operasional sistem energi terbarukan yang akan diterapkan. Tahap pertama melibatkan instalasi *inverter* dan panel hubung bagi yang merupakan komponen penting dalam sistem tenaga surya. Proses ini dimulai dengan pengeboran pada dinding untuk mempersiapkan tempat pemasangan peralatan tersebut. Setelah lubang disiapkan, *inverter* dan panel hubung bagi kemudian dipasang dengan kuat menggunakan baut atau dynabolt untuk memastikan kestabilan dan keamanan pemasangan. Gambar (13) menunjukkan suasana kegiatan pemasangan *inverter*.



Gambar 13 Instalasi Inverter dan Panel Hubung Bagi.

Pemasangan PV sendiri dilakukan oleh pihak ketiga yang memiliki keahlian khusus dalam bidang ini. Keterlibatan pihak ketiga ini penting untuk menjamin bahwa instalasi PV dilakukan dengan benar dan optimal, mengingat pentingnya akurasi dan keahlian teknis dalam memasang perangkat yang akan langsung terpapar kondisi lingkungan eksternal. Setelah PV terpasang dengan baik, dilanjutkan dengan pemasangan mesin pencacah sampah, yang nantinya akan diintegrasikan dengan sistem PV *on-grid*.

Tahap akhir dari kegiatan ini adalah instalasi sistem PV *on-grid* yang akan menghubungkan PV dengan *inverter* dan panel hubung bagi yang telah dipasang sebelumnya. Sistem PV *on-grid* ini kemudian diintegrasikan dengan mesin pencacah sampah, yang memungkinkan mesin tersebut untuk menggunakan energi yang dihasilkan dari PV secara langsung. Proses ini ditunjukkan pada Gambar (14). Pengintegrasian ini memastikan bahwa energi surya yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara optimal untuk menggerakkan mesin, mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional, dan mendukung efisiensi energi di



Gambar 14 Instalasi Mesin Pencacah Sampah.

tempat pengelolaan sampah. Melalui acara ini, diharapkan masyarakat tidak hanya mendapatkan pemahaman yang lebih baik mengenai energi terbarukan, tetapi juga dapat melihat langsung penerapan teknologi ini dalam kehidupan sehari-hari.

4.3.2 | Sosialisasi Alat Pada Mitra dan Warga

Sebelum melakukan pengujian alat, diselenggarakan sesi pemaparan materi mengenai sistem PV *on-grid* kepada mitra yang terlibat dalam program pengabdian masyarakat ini. Materi ini disampaikan oleh Asisten Laboratorium Konversi Energi Listrik dari Departemen Elektro ITS, yang memiliki keahlian di bidang energi terbarukan dan teknologi PV. Pemaparan tersebut bertujuan untuk memberikan pemahaman menyeluruh kepada mitra mengenai penggunaan sistem PV *on-grid*, terutama dalam konteks penerapannya pada *Control Panel* mesin pencacah sampah.



Gambar 15 Pemaparan Materi oleh Asisten Laboratorium Konversi Energi Listrik.

Gambar (15) menunjukkan proses pemaparan materi ke mitra. Materi yang disampaikan mencakup gambaran umum tentang sistem tersebut, termasuk penjelasan mengenai komponen-komponen utama seperti PV, *inverter*, panel hubung bagi, dan komponen penghubung lainnya. Selain itu, Asisten Laboratorium juga menjelaskan cara kerja sistem PV *on-grid* secara rinci, mulai dari proses konversi energi matahari menjadi energi listrik, hingga distribusi energi tersebut ke mesin pencacah sampah untuk operasionalnya. Prosedur *Standard Operating Procedure (SOP)* juga disampaikan secara mendetail, mencakup langkah-langkah yang perlu diikuti dalam mengoperasikan sistem ini dengan benar dan aman, serta tindakan pencegahan yang harus diambil untuk menghindari potensi masalah atau kerusakan. Pemeliharaan alat juga menjadi bagian penting dari pemaparan ini. Mitra diberi penjelasan mengenai langkah-langkah pemeliharaan rutin yang perlu dilakukan untuk menjaga kinerja optimal sistem PV *on-grid*, seperti pembersihan PV, pemeriksaan koneksi kabel, dan pengecekan *inverter*. Dengan pengetahuan ini, mitra diharapkan mampu menjalankan dan merawat sistem dengan baik, sehingga dapat mendukung efektivitas pengelolaan sampah dan penerapan energi terbarukan di lingkungan mereka.

4.3.3 | Uji Coba Pengoperasian PV *on-grid* pada Mesin Pencacah Sampah

Setelah sesi pemberian materi kepada mitra selesai, acara dilanjutkan dengan uji coba pengoperasian sistem PV *on-grid* yang telah dirancang dan dipasang oleh tim dari Laboratorium Konversi Energi Listrik. Uji coba ini memiliki tujuan yang sangat penting, yaitu memastikan bahwa mitra tidak hanya memahami konsep dan teori yang telah disampaikan sebelumnya, tetapi juga memiliki pemahaman praktis tentang cara kerja mesin dan sistem secara langsung.

Dalam sesi uji coba ini, para mitra diberikan kesempatan untuk melihat dan berinteraksi langsung dengan sistem yang telah dipasang. Mereka diajak untuk mengamati setiap tahapan pengoperasian, mulai dari mengaktifkan sistem, memonitor aliran energi dari PV ke *inverter*, hingga melihat bagaimana energi tersebut digunakan untuk mengoperasikan mesin pencacah sampah. Para asisten Laboratorium Konversi Energi Listrik dan Dosen Pengampu juga turut mendampingi sepanjang proses uji coba ini. Mereka dengan sabar menjelaskan setiap detail cara kerja mesin dan sistem, serta menjawab pertanyaan-pertanyaan yang muncul dari mitra.

Pendampingan yang dilakukan oleh para asisten laboratorium dan dosen ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap langkah dalam pengoperasian sistem dipahami dengan baik oleh mitra. Gambar (16) menunjukkan kegiatan pendampingan ke mitra. Selain itu, mereka juga menunjukkan berbagai fitur dan fungsi dari sistem yang telah dirancang, serta memberikan penjelasan mengenai bagaimana sistem tersebut dapat dioptimalkan untuk mencapai kinerja yang maksimal. Dengan adanya uji coba ini, diharapkan mitra tidak hanya memiliki pengetahuan teoretis yang kuat, tetapi juga keterampilan praktis yang dibutuhkan untuk mengoperasikan dan memelihara sistem ini secara mandiri di masa mendatang. Uji coba ini menjadi langkah penting untuk memastikan keberhasilan implementasi teknologi energi terbarukan dalam mendukung pengelolaan sampah di lingkungan mitra.



Gambar 16 Pendampingan Uji Coba Pengoperasian PV *on-grid*.

4.3.4 | Penyerahan Mesin Pembuat Pencacah Sampah dan SOP Manual Keamanan

Penyerahan alat hasil dari program pengabdian masyarakat dilakukan secara simbolis oleh perwakilan dosen dari Tim Pengabdian Masyarakat kepada mitra seperti terlihat pada Gambar (17). Dalam acara tersebut, diserahkan sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan, yaitu sistem PV *on-grid*, yang bertujuan untuk membantu mengurangi biaya operasional di TPST 3R Desa Madiredo. Penyerahan ini menandai tahap akhir dari rangkaian kegiatan pengabdian yang telah dilakukan, sekaligus menjadi awal dari pemanfaatan teknologi energi terbarukan di desa tersebut.

Sistem PV *on-grid* yang diserahkan diharapkan dapat dimanfaatkan secara optimal oleh mitra dalam mendukung operasional pengelolaan sampah di TPST 3R. Dengan adanya sistem ini, diharapkan mitra dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional dan menekan biaya operasional, sehingga pengelolaan sampah menjadi lebih efisien dan berkelanjutan. Selain itu, sistem ini juga diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang berharga bagi mitra dan masyarakat sekitar, memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai penerapan teknologi energi terbarukan.

Tim Pengabdian Masyarakat berharap bahwa penyerahan sistem ini tidak hanya memberikan manfaat praktis dalam bentuk penghematan biaya, tetapi juga memotivasi mitra untuk terus berinovasi dalam pengelolaan lingkungan. Dengan pemanfaatan teknologi ini, diharapkan TPST 3R Desa Madiredo dapat menjadi contoh bagi desa-desa lain dalam penerapan energi terbarukan, serta berkontribusi pada peningkatan kesadaran lingkungan di kalangan masyarakat luas.



Gambar 17 Penyerahan Mesin Pencacah Sampah.

4.4 | Analisis Capaian Terhadap Target Luaran

Target utama dari pengabdian masyarakat ini adalah optimalisasi pemanfaatan mesin pencacah sampah di TPST 3R Desa Madiredo dengan memanfaatkan sumber daya energi terbarukan, yaitu tenaga surya, yang dikombinasikan dengan sistem *on-grid* PLN. Dengan integrasi kedua sumber energi ini, mesin pencacah sampah dapat beroperasi lebih efisien, sehingga mampu mengurangi ketergantungan terhadap listrik konvensional dan, pada gilirannya, menurunkan biaya operasional secara signifikan.

Penggunaan energi surya yang lebih efisien memungkinkan TPST 3R untuk mengurangi pengeluaran listrik, yang merupakan salah satu komponen biaya terbesar dalam operasional sehari-hari. Keuntungan finansial ini berdampak langsung pada penghematan yang bisa dialihkan untuk meningkatkan fasilitas atau pelayanan di TPST 3R tersebut.

Selain manfaat ekonomi, pengabdian ini juga memiliki tujuan jangka panjang dalam mendukung upaya pelestarian lingkungan. Dengan mengurangi penggunaan listrik dari sumber energi fosil melalui pemanfaatan energi surya, emisi karbon dapat ditekan, yang pada akhirnya berkontribusi pada pengurangan jejak karbon TPST 3R. Ini tidak hanya memperbaiki citra lingkungan TPST 3R, tetapi juga menempatkannya sebagai model pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Secara keseluruhan, pengabdian ini diharapkan mampu memberikan manfaat ganda bagi mitra, baik dari segi penghematan biaya operasional maupun dari segi kontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 | Kesimpulan

Berdasarkan program pengabdian masyarakat yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Tim pengabdian berhasil mengaplikasikan PV *on-grid* pada Mesin Pencacah Sampah.
2. Rangkaian alat yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Pihak Pengelola TPST 3R Madiredo dan masyarakat sekitar menyambut baik program ini dan telah memahami tentang kondisi energi di Indonesia saat ini sehingga mereka mengetahui akan pentingnya pemanfaatan sumber energi terbarukan seperti energi matahari .

5.2 | Saran

Perlu dilakukan pengecekan berkala terkait alat yang dipasang di mitra untuk memastikan keberlangsungan proses produksi. Untuk itu maka perwakilan tim pengabdian harus secara berkala menghubungi pihak mitra.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada:

1. DRPM ITS yang telah memberikan dana untuk kegiatan ini melalui kontrak nomer: 852/PKS/ITS/2024.
2. Pihak Pengelola TPST 3R Desa Madiredo dan masyarakat sekitar yang telah mengikuti sosialisai dalam kegiatan.
3. Mahasiswa KKN yang terlibat dalam kegiatan ini.

Referensi

1. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN); 2022. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>, diakses pada Januari 2023.
2. Zidane TEK, Aziz AS, Zahraoui Y, Kotb H, Aboras KM, Jember YB, et al. Grid-connected Solar PV power plants optimization: A review. *IEEE Access* 2023;.
3. Solfiani U, Gendroyono P, Raharjo IA. Pengaruh Distorsi Harmonisa Terhadap Kinerja Trip Miniature Circuit Breaker Tipe C 2A, 4A, dan 6A dengan Sumber Tegangan PLN dan Genset. *Journal of Electrical Vocational Education and Technology* 2019;4(1):28–34.
4. Parida B, Iniyana S, Goic R. A review of solar photovoltaic technologies. *Renewable and sustainable energy reviews* 2011;15(3):1625–1636.
5. Agarwal S, Singh RK, Verma V. Performance analysis of HVDC lines using surge arrester. In: 2020 International Conference on Emerging Frontiers in Electrical and Electronic Technologies (ICEFEET) IEEE; 2020. p. 1–5.
6. Maharmi B. Perancangan inverter satu fasa lima level modifikasi pulse width modulation. *Jurnal Teknologi Elektro* 2017;8(1):141634.
7. Priananda CW, Sulistyowati R. Analisis dan Simulasi Metode Hill Climbing untuk Maximum Power Point Tracker (MPPT) pada Photovoltaic. In: Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya; 2015. .
8. Anthony Z, Erhaneli E, Warmi Y, Zulkarnaini Z, Anugrah A, Bandri S. A new windings design for improving single-phase induction motor performance. *International Journal of Electrical and Computer Engineering* 2022;12(6):5789.
9. Idoko E, Obe E, Agber J. Operation of Single Phase Induction Motor with two Identical Stator Windings. *American Journal of Engineering Research* Vol 2016;5:13–19.
10. Nuhgraha YA, Abdi F, Damayanti E. PERANCANGAN MESIN PENCACAH SAMPAH ORGANIK. *Jurnal TEDC* 2023;17(3):195–202.
11. Nugraha N, Pratama DS, Sopian S, Roberto N. Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Organik Rumah Tangga. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan* 2019;3(3).

Cara mengutip artikel ini: Suryoatmojo, H., Pamuji, F.A., Riawan, D.C., Ashari, M., (2024), PV *On-Grid* sebagai Sumber Listrik untuk Mesin Pencacah Sampah Organik di TPS-3R Madirejo Bersatu Malang, *Sewagati*, 8(6):2401–2413, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v8i6.2216>.