

Penggunaan Energi Surya sebagai Tenaga Penggerak Mesin Pencacah Hijauan Pakan Ternak di Dusun Turi, Tulungagung

(Application of Solar Energy as Driving Power for Livestock Forage Chopper in Turi Sub-Village, Tulungagung)

Hariyo Priambudi Setyo Pratomo^{1*}, Hanny Hosiana Tumbelaka², Joni Dewanto¹, Indar Sugiarto²,
Iwan Halim Sahputra³

¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, Jl. Siwalankerto no. 142–144, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 60236.

² Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, Jl. Siwalankerto no. 142–144, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 60236.

³ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, Jl. Siwalankerto no. 142–144, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 60236.

*Penulis Korespondensi: hariyo_p@petra.ac.id
Diterima Maret 2024/Disetujui Agustus 2024

ABSTRAK

Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk menerapkan energi surya pada mesin pencacah pakan ternak sapi dan kambing untuk menghasilkan pakan yang tercacah halus. Realisasi prototipe mesin pencacah dan sistem pembangkit energi listrik skala kecil didasarkan pada wawancara dengan peternak. Hijauan pakan ternak yang dicacah meliputi rumput gajah, kaliandra, dan tebu muda. Sistem pembangkit energi listrik beserta mesin pencacah diletakkan di lahan yang telah disepakati oleh para peternak. Lebih jauh, studi perbandingan konstruksi mesin menunjukkan bahwa mekanisme pemotongan *free cutting* yang diimplementasikan juga digunakan oleh peneliti lain dan memiliki konstruksi yang sederhana dan kuat, namun memberikan kemudahan dalam pembongkaran dan perawatan. *Monocrystalline solar panel* dengan luasan 12,1568 m², inverter, dan baterai digunakan sebagai pembangkit energi listrik untuk menggerakkan mesin pencacah. Lonjakan arus listrik pada awal pengoperasian mesin ditunjukkan sebesar 73,82 A dan dapat diredam oleh *Variable Speed Drive* menjadi 3.4 A. Sistem pembangkit listrik memiliki kapasitas terpasang 5000 Watts dan mampu menghasilkan energi listrik efektif sebesar 3000 Watts dari penangkapan penyinaran sinar matahari selama 8 jam (pukul 8 pagi sampai 16 sore) setiap hari. Mesin pencacah bertenaga surya mampu mencapai kapasitas produksi pakan ternak tercacah halus sebesar 200 kg/jam dan mampu beroperasi nonstop setiap hari selama 6 jam. Para peternak puas dengan performa mesin pencacah sebagaimana ditunjukkan dalam isian angket dari peternak. Selain itu, para peternak juga telah melihat manfaat dan mampu mengoperasikan serta merawat mesin tersebut. Studi ini telah berhasil mewujudkan *capacity change* dari para peternak ruminan di Dusun Turi.

Kata kunci: energi matahari, mesin pencacah, pakan ternak, ruminan

ABSTRACT

This community service activity aimed to apply solar energy to a cow and goat fodder chopper to obtain finely chopped forage. The realization of chopper and small-scale solar power plants was based on interviews with farmers. Chopped forage included elephant grass, calliandra, and young sugarcane. The electric power plant and chopper were settled in an area agreed by the farmers. Moreover, a comparative study on chopper construction shows that the free cutting mechanism implemented is also used by other researchers and has a simple and strong construction, nevertheless providing ease in disassembly and maintenance. A 12,1568 m²-monocrystalline solar panel, inverter, and battery were employed as the electric energy generating station for powering the chopper. The electric current surge occurring at the start of the chopper operation was found to be 73.82 A and can be dampened by a variable-speed drive to 3.4 A. The electric power station has an installed capacity of 5000 Watts and can deliver effective electric energy of 3000 Watts from an 8 hours-shining time of sunlight (8 a.m to 16 p.m) every day. The chopper can deliver a production capacity of fine chopped fodder of 200 kg/hour and can be operated for 6 hours nonstop daily. Farmers were satisfied with the performance of the chopper, as shown in the feedback forms of the farmers. Additionally, farmers have learned the benefits of the machine and have been able to employ it as well as to do chopper maintenance. This study successfully reached the capacity change of ruminant farmers in Turi Hamlet.

Keywords: chopper, forage, ruminant, solar energy

PENDAHULUAN

Dusun Turi yang terletak di Desa Geger, Kecamatan Sendang, Kabupaten Tulungagung merupakan salah satu penghasil susu sapi di Indonesia. Aktivitas pemerahan susu sapi ini dilakukan secara manual setiap harinya pada pagi dan sore. Terlepas dari itu, Dusun Turi juga menghasilkan kambing pedaging. Lebih jauh, jumlah produksi susu sapi di Dusun Turi mencapai sekitar 12,500 liter per harinya sehingga hal ini membuat Provinsi Jawa Timur menjadi penghasil susu sapi terbesar pada 2021 (Dinas Kominfo Provinsi Jawa Timur 2022). Selain itu, menurut Radar Surabaya (2022) dan BPS Provinsi Jawa Timur (2023), Kabupaten Tulungagung berada di peringkat tertinggi ketiga sebagai penghasil susu sapi pada 2021. Populasi sapi perah yang besar di Dusun Turi, Kabupaten Tulungagung memiliki potensi dalam meningkatkan produksi susu sapi untuk mewujudkan pertumbuhan ekonomi yang lebih baik, khususnya pemulihan ekonomi paska Covid-19.

Beberapa isu krusial yang dihadapi oleh masyarakat di Dusun Turi dapat digolongkan ke dalam tiga masalah. Masalah pertama adalah pemberian pakan ternak yang tidak efisien. Pakan yang diberikan kepada ternak sapi dan kambing bisa berupa rumput gajah, *calliandra*, bonggol jagung ataupun tumbuh-tumbuhan lainnya yang biasa dikonsumsi oleh ternak. Beragam pakan ternak yang diberikan tersebut sudah tepat, sebagaimana yang telah dilakukan oleh Katongole *et al.* (2021) untuk rumput gajah, Rira *et al.* (2022) untuk *calliandra*, Wang *et al.* (2021) untuk bonggol jagung. Peternak di Dusun Turi kebanyakan memberikan pakan ternak langsung kepada ternak tanpa dicacah halus, padahal sapi dan kambing merupakan hewan ruminan yang seharusnya mengonsumsi pakan yang halus karena sistem pencernaannya (Pintens *et al.* 2022; Grant & Cotanch 2023). Akibatnya, sapi dan kambing memerlukan waktu ekstra dalam mengunyah pakan kasar tersebut dan hal ini dapat mengganggu pencernaan, yang pada akhirnya produktivitas susu dan kualitas sapi dan kambing bisa berkurang (Haselmann *et al.* 2019). Beberapa peternak sudah menggunakan mesin pencacah pakan ternak sederhana dan berteknologi konservatif, yaitu mesin pencacah bertenaga bahan bakar fosil, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 1. Pemakaian bahan bakar fosil mahal dan tidak ramah lingkungan.

Masalah kedua adalah mengenai persediaan pakan ternak. Hasil wawancara dengan peternak, persediaan pakan ternak selama musim hujan cukup melimpah, namun sebaliknya hal ini tidak terjadi selama musim kemarau. Kurangnya persediaan pakan selama musim kemarau menjadikan peternak kambing sampai menjual kambingnya guna membeli pakan ternak tambahan agar kebutuhan pakan di musim kemarau tercukupi. Situasi seperti ini umum terjadi di Dusun Turi. Pada dasarnya, jika seluruh peternak sapi dan kambing telah menggunakan mesin pencacah pakan ternak, mereka dapat menyediakan pakan yang tercacah halus dan kemudian menyimpannya untuk dikonsumsi ternak di musim kemarau sehingga tidak perlu menjual kambingnya untuk membeli pakan ternak.

Masalah ketiga adalah elektrifikasi di Dusun Turi. Penduduk di dusun ini setiap harinya berjuang dengan suplai daya listrik yang terbatas. Daya listrik rumah tangga di Dusun Turi mampu menyediakan 900 VA (rata-rata). Sebagian besar peternak sapi di Dusun Turi melakukan pemerahan susu sapi secara manual dan hanya sedikit peternak sapi yang memiliki mesin pemerahan susu otomatis dengan konsumsi daya listrik sebesar 220–500 VA. Tegangan listrik terpasang (rata-rata) pada setiap rumah tangga adalah di bawah nilai standar atau kurang dari 220 V dan untuk penggunaan listrik keseharian beban puncak tegangan listrik dapat berkurang tajam sampai hanya sanggup memberikan tegangan 120 V. Ketika penurunan tegangan yang besar seperti ini terjadi, mesin pemerahan susu tidak lagi bisa dioperasikan. Akibatnya, beberapa peternak sapi menggunakan generator listrik berbahan bakar minyak sebagai pengganti sumber listrik. Hal ini menambah beban ekonomi



Gambar 1 a) Mesin pencacah pakan ternak sederhana berteknologi konservatif dan b) Pakan ternak untuk ternak sapi dan kambing.

yang lebih besar bagi para peternak sapi sebagaimana setiap jam diperlukan sekitar 1 L bahan bakar minyak jenis yang paling mahal yang dipilih oleh para peternak sapi.

Kegiatan ini krusial terhadap penanganan ketiga masalah di atas; dengan demikian peningkatan produksi susu sapi dan kualitas ternak di Dusun Turi dapat diwujudkan ke depannya melalui penyediaan pakan ternak yang dicacah halus yang dihasilkan oleh mesin pencacah pakan ternak bertenaga surya. Terlebih lagi, penyediaan pakan ternak ruminan yang tercacah halus memotivasi realisasi pakan ternak yang difermentasi dan penyediaan pakan ternak yang melimpah di musim kemarau. Oleh karena itu, para peternak dapat menghemat waktu, energi, dan meningkatkan pendapatan untuk kegiatan yang produktif seperti mengembangkan bisnis baru untuk pakan ternak ruminan yang difermentasi. Program pengabdian ini bertujuan untuk menerapkan energi surya pada pencacah pakan ternak untuk menghasilkan pakan yang tercacah dengan ukuran 1–2 cm.

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Lokasi, Waktu, Tahapan, dan Partisipan Kegiatan

Studi ini berlokasi di Dusun Turi, Desa Geger, Kecamatan Sendang, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur. Terdapat lima dusun di Desa Geger, yaitu Dusun Tumpakpring, Sukorejo, Tambibendo, Ngrejeng, dan Turi yang terletak di ujung Desa Geger. Secara geografis, Dusun Turi terletak di lereng Gunung Wilis dengan ketinggian kurang lebih 1000 mdpl.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan selama 1 tahun dari bulan Oktober 2022–September 2023. Rangkaian kegiatan yang telah dilaksanakan meliputi identifikasi harapan atau kebutuhan dari para peternak sapi dan kambing untuk rancangan mesin pencacah hijauan pakan ternak, studi pemilihan konsep dari mekanisme pemotongan hijauan pakan ternak, rancangan komponen-komponen mekanis dari mesin pencacah, perhitungan kebutuhan energi matahari dan pemilihan komponen-komponen pembangkit listrik tenaga surya, fabrikasi mesin pencacah dan integrasi sistem pembangkit listrik ke mesin pencacah, evaluasi kinerja dan modifikasi mesin pencacah, sosialisasi penggunaan dan perawatan mesin pencacah dan pembangkit listrik tenaga surya.

Partisipan dalam studi ini ialah komunitas peternak sapi perah dan kambing di Dusun Turi.

Bahan dan alat

Bahan hijauan pakan ternak yang digunakan untuk menguji performa mesin pencacah ialah rumput gajah, *calliandra*, bonggol jagung ataupun tumbuh-tumbuhan lainnya yang biasa dikonsumsi oleh ternak. Hijauan tersebut dijadikan satu di dalam pengujian performa mesin pencacah. Dalam pengujian kinerja mesin pencacah ini, mesin dioperasikan selama 6 jam untuk mendapatkan cacahan hijauan pakan ternak dengan ukuran 1–2 cm. Lama penyinaran intensif sinar matahari setiap hari ialah 8 jam dengan kisaran dari pukul 08.00–16.00 WIB yang mana kekuatan penyinaran setiap jam bisa berbeda. Berdasarkan hal ini, efisiensi penyinaran rata-rata selama periode waktu penyinaran tersebut diperkirakan sekitar 60%.

Serangkaian peralatan yang digunakan meliputi 1 *prototype* mesin pencacah pakan ternak berpenggerak motor listrik 2 HP dengan kapasitas 185 kg/jam, 1 unit pembangkit listrik tenaga surya berkapasitas 5000 W, 1 buah pengukur arus listrik, 1 buah *variable speed drive*, 1 buah motor listrik 3 HP, 1 buah *flywheel* dengan massa 10 kg, 50 eksemplar formulir *feedback* dan tes pemahaman para peternak. Pembangkit listrik tenaga surya terdiri dari 8 buah panel surya, 1 buah *inverter*, 4 buah *battery*, dan 1 buah MCB.

Tahapan kegiatan

Tahapan kegiatan terdiri dari *interview* dengan komunitas peternak, perumusan konsep mekanisme dan kapasitas pencacahan, fabrikasi mesin pencacah dan perumusan kapasitas daya listrik dari pembangkit tenaga surya, integrasi instalasi pembangkit tenaga surya ke mesin pencacah, pengujian performa mesin pencacah, dan sosialisasi dan pendampingan penggunaan dan perawatan mesin pencacah pakan ternak kepada komunitas peternak sapi perah dan kambing pedaging.

Pengumpulan, Pengolahan, dan Analisis Data

Serangkaian data awal yang merupakan inputan untuk konsep rancangan dari mesin pencacah pakan ternak didapatkan melalui *interview* atau kegiatan *survey* identifikasi kebutuhan atau harapan dari peternak. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui ragam pakan ternak yang diberikan kepada sapi dan kambing, konstruksi mesin, dan kapasitas rata-rata

pencacahan pakan ternak dalam setiap operasi mesin pencacah. Rincian pertanyaan dari wawancara dengan peternak diperlihatkan dalam Tabel 1.

Sejumlah data awal ini berguna di dalam memilih konsep dari mekanisme serta kapasitas pencacahan mesin. Hal krusial di tahapan ini ialah mekanisme pencacahan pakan ternak yang akan berpengaruh terhadap konstruksi dari pisau pencacah dan pemegang pisau. Selanjutnya, kegiatan dilanjutkan dengan pemilihan komponen-komponen mekanik dari mesin pencacah. Hal ini bertujuan untuk memastikan komponen-komponen mekanik apa saja yang harus digunakan untuk memenuhi hasil *survey* atau *interview* tersebut. Mesin pencacah pakan ternak ini menggunakan energi surya yang dikonversikan menjadi energi listrik yang disimpan di baterai, sehingga dilakukan perhitungan kebutuhan energi surya beserta penetapan komponen-komponen konversi energi. Setelah mesin pencacah atau *chopper* pakan ternak selesai difabrikasi maka sistem

konversi energi tersebut diintegrasikan dengan motor listrik dari mesin pencacah. Tantangan dan solusi permasalahan pada tahapan integrasi ini dijelaskan pada bagian Hasil dan Pembahasan. Sebagai tahapan terakhir ialah evaluasi performa dari *chopper* pakan ternak beserta sosialisasi dan pendampingan penggunaan dan perawatan *chopper* kepada komunitas peternak ruminan di Dusun Turi.

Sebagai bagian penting untuk keberlanjutan program serta perubahan kapasitas dari komunitas peternak, studi mengenai tingkat kepuasan komunitas peternak terhadap keberadaan *chopper* beserta tingkat pemahaman peternak dalam mengoperasikan dan merawat *chopper* juga dilakukan. Kedua aspek ini sangat penting dan akan berdampak pada peningkatan kesejahteraan komunitas peternak sapi perah dan kambing oleh karena adanya perubahan kebiasaan memberikan pakan ternak yang tercacah halus. Hasil dari kegiatan ini juga sangat penting untuk merumuskan rekomendasi bentuk kegiatan yang berdampak langsung penggunaan

Tabel 1 Rincian pertanyaan wawancara dengan peternak

Pertanyaan	Jawaban peternak
Apakah komponen-komponen mesin <i>chopper</i> perlu tidak terlalu besar dan tidak terlalu berat? Misal, ketebalan plat sebagai <i>cover</i> dari bagian pisau atau perajang tidak perlu memiliki tebal 2 mm.	
Berapa kebutuhan daya penggerak mesin <i>chopper</i> ? Misal, kebutuhan daya penggerak maksimum ialah 6 hp.	
Apakah mesin <i>chopper</i> perlu bisa dibongkar dengan mudah untuk perawatan dan/ penggantian komponennya?	
Apakah kerangka atau kaki-kaki mesin <i>chopper</i> perlu dipasang roda untuk kemudahan penggunaan?	
Apa saja jenis pakan ternak yang diberikan kepada hewan? Misal, rumput gajah, rumput odot, batang ketela pohong, ... (Bila ada contoh pakan yang akan diolah akan lebih baik.)	
Berapa banyak tumbuh-tumbuhan pakan ternak sekali diambil? Misal, 20 kilogram setiap kali pengambilan dalam seminggu. Berapa banyak tumbuh-tumbuhan pakan ternak tersebut yang diberikan kepada hewan? Misal, 4 kilogram.	
Apakah tumbuh-tumbuhan pakan ternak dalam kondisi basah atau kering? Bila dalam kondisi basah, apakah juga tumbuh-tumbuhan pakan ternak tersebut juga bercampur dengan tanah?	
Dalam sekali pengambilan pakan ternak, berapa hari pakan ternak bisa bertahan atau disimpan oleh peternak?	
Untuk pemilihan baterai dan <i>solar cell</i> , berapa jam mesin <i>chopper</i> akan digunakan untuk sekali perajangan tumbuh-tumbuhan pakan ternak? Misal, 2 jam mesin <i>chopper</i> digunakan untuk merajang pakan ternak.	
Untuk perancangan bentuk konstruksi mesin <i>chopper</i> , apakah terdapat kebutuhan arah pengumpanan pakan ternak? Jika ya, apakah pakan ternak diumpankan dari samping atau dari atas?	
Untuk perancangan bentuk konstruksi mesin <i>chopper</i> , apakah terdapat kebutuhan arah keluaran pakan rajangan? Jika ya, apakah pakan rajangan dikeluarkan dari samping atau sejajar dengan arah pengumpanan pakan?	
Di manakah mesin <i>chopper</i> ini akan disimpan atau di manakah rencana lokasi tempat pengoperasian mesin <i>chopper</i> (terkait dengan sarana mobilitas, keamanan mesin, pengangkutan pakan, dan lain-lain)?	

chopper pakan ternak secara teratur dan rutin oleh komunitas peternak sebagai salah satu bentuk keberlanjutan dari kegiatan ini selain aspek penggunaan sumber-sumber energi terbarukan lainnya di Dusun Turi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Mitra

Mitra dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini ialah komunitas peternak sapi perah dan kambing di Dusun Turi yang tergabung dalam kelompok ternak "Sido Makmur" yang diketuai

oleh Bapak Sudar Suyanto. Kelompok ternak ini memiliki sekitar 1250 ekor sapi perah dan 700 ekor kambing. Peternak yang tergabung ke dalam kelompok ini umumnya berusia produktif, yaitu berusia dalam rentang 20–70 tahun.

Wawancara dengan Komunitas Peternak

Kegiatan pertama adalah identifikasi kebutuhan atau harapan dari peternak untuk rancangan mesin pencacah menghasilkan sejumlah data penting sebagai referensi untuk pembuatan mesin pencacah pakan ternak. Respons dari peternak untuk setiap pertanyaan terlihat pada Tabel 2. Gambar 2 dan 3 masing-

Tabel 1 Rincian pertanyaan wawancara dengan peternak

Pertanyaan	Jawaban peternak
Apakah komponen-komponen mesin <i>chopper</i> perlu tidak terlalu besar dan tidak terlalu berat? Misal, ketebalan plat sebagai <i>cover</i> dari bagian pisau atau perajang tidak perlu memiliki tebal 2 mm. Berapa kebutuhan daya penggerak mesin <i>chopper</i> ? Misal, kebutuhan daya penggerak maksimum ialah 6 hp. Apakah mesin <i>chopper</i> perlu bisa dibongkar dengan mudah untuk perawatan dan/ penggantian komponennya?	Mesin <i>chopper</i> lebih kuat Kebutuhan daya penggerak tergantung perancang (diupayakan bisa hemat energi) Mesin <i>chopper</i> sangat diperlukan dan bisa menghemat pakan (tidak ada yang terbuang). <i>Chopper</i> perlu sederhana untuk kemudahan pembongkaran, perawatan. Pisau mudah dilepas.
Apakah kerangka atau kaki-kaki mesin <i>chopper</i> perlu dipasang roda untuk kemudahan penggunaan? Apa saja jenis pakan ternak yang diberikan kepada hewan? Misal, rumput gajah, rumput odot, batang ketela pohong, ... (Bila ada contoh pakan yang akan diolah akan lebih baik.) Berapa banyak tumbuh-tumbuhan pakan ternak sekali diambil? Misal, 20 kilogram setiap kali pengambilan dalam seminggu. Berapa banyak tumbuh-tumbuhan pakan tersebut yang diberikan kepada hewan? Misal, 4 kilogram.	Perlu dipasang roda untuk kemudahan pemindahan mesin <i>chopper</i> . Pakan ternak yang diberikan: rumput gajah, kaliandra, pakan dari alam dan oplosan, tambahan bekatul. Setiap pengambilan dengan motor bisa 70 Kg (2 ikat). Sekali mengambil, pakan ternak diberikan semua; jadwal pemberian pakan pada pagi dan sore. 1 ekor sapi 40 Kg, 1 ekor kambing 5 kg.
Apakah tumbuh-tumbuhan pakan ternak dalam kondisi basah atau kering? Bila dalam kondisi basah, apakah juga tumbuh-tumbuhan pakan tersebut juga bercampur dengan tanah?	Pakan bisa kondisi basah, bisa kondisi kering. Pakan ternak yang diberikan ialah tumbuh-tumbuhan yang agak tua (kecokelatan).
Dalam sekali pengambilan pakan ternak, berapa hari pakan ternak bisa bertahan atau disimpan oleh peternak?	Pakan tidak disimpan, setiap hari selalu baru pakan ternaknya. Khusus pada sore hari, pakan ternak yang tidak habis biasanya juga diberikan untuk keesokan harinya.
Untuk pemilihan baterai dan <i>solar cell</i> , berapa jam mesin <i>chopper</i> akan digunakan untuk sekali perajangan tumbuh-tumbuhan pakan ternak? Misal, 2 jam mesin <i>chopper</i> digunakan untuk merajang pakan ternak.	1 ikat pakan ternak = 40 Kg. 1 x operasi mesin <i>chopper</i> (untuk 6–8 ikat pakan ternak) bisa kurang dari 1 jam.
Untuk perancangan bentuk konstruksi mesin <i>chopper</i> , apakah terdapat kebutuhan arah pengumpanan pakan ternak? Jika ya, apakah pakan ternak diumpankan dari samping atau dari atas?	Pengumpanan pakan ternak dari samping.
Untuk perancangan bentuk konstruksi mesin <i>chopper</i> , apakah terdapat kebutuhan arah keluaran pakan rajangan? Jika ya, apakah pakan rajangan dikeluarkan dari samping atau sejajar dengan arah pengumpanan pakan?	Jalur keluaran dibuat sejajar dengan jalur pengumpanan pakan ternak.
Di manakah mesin <i>chopper</i> ini akan disimpan atau di manakah rencana lokasi tempat pengoperasian mesin <i>chopper</i> (terkait dengan sarana mobilitas, keamanan mesin, pengangkutan pakan, dan lain-lain)?	Penyimpanan <i>chopper</i> perlu koordinasi lanjut.

6. Berapa banyak tumbuh-tumbuhan pakan ternak sekali diambil? Misal, 20 kilogram setiap kali pengambilan dalam seminggu. Berapa banyak tumbuh-tumbuhan pakan tersebut yang diberikan kepada hewan? Misal, 4 kilogram.

Setiap pengambilan dengan motor bisa 70 kg (2 ikat). Sekali mengambil, pakan ternak diberikan semua; jadwal pemberian pakan pagi dan sore. 1 ekor sapi 40 kg, 1 ekor kambing 5 kg.

7. Apakah tumbuh-tumbuhan pakan ternak dalam kondisi basah atau kering? Bila dalam kondisi basah, apakah juga tumbuh-tumbuhan pakan tersebut juga bercampur dengan tanah?

Pakan bisa kondisi basah, bisa kondisi kering. Pakan ternak yang diberikan ialah tumbuh-tumbuhan yang agak tua (chokolatan).

8. Dalam sekali pengambilan pakan ternak, berapa hari pakan ternak bisa bertahan atau disimpan oleh peternak?

Tidak disimpan, setiap hari selalu baru pakan ternaknya. Khusus pada sore hari, pakan ternak yang tidak habis bisa besoknya juga diberi makan untuk kesokan hari.

9. Untuk pemilihan baterai dan solar cell, berapa jam mesin *chopper* akan digunakan untuk sekali perajangan tumbuh-tumbuhan pakan ternak? Misal, 2 jam mesin *chopper* digunakan untuk merajang pakan ternak.

3

1 ikat pakan ternak = 40 kg
1x operasi mesin *chopper* (untuk 6-8 ikat pakan ternak) bisa kurang dari 1 jam.

10. Untuk perancangan bentuk konstruksi mesin *chopper*, apakah terdapat kebutuhan arah pengumpanan pakan ternak? Jika ya, apakah pakan ternak diumpahkan dari samping atau dari atas?

Pengumpanan pakan ternak dari samping.

11. Untuk perancangan bentuk konstruksi mesin *chopper*, apakah terdapat kebutuhan arah keluaran pakan rajangan? Jika ya, apakah pakan rajangan dikeluarkan dari samping atau sejajar dengan arah pengumpanan pakan?

Jalur keluaran dibuat sejajar dengan jalur pengumpanan pakan ternak.

12. Dimanakah mesin *chopper* ini akan disimpan atau dimanakah rencana lokasi tempat pengoperasian mesin *chopper* (terkait dengan sarana mobilitas, keamanan mesin, pengangkutan pakan, dll)?

4

Gambar 2 Contoh dari daftar pertanyaan *survey* dari kegiatan pertama.

masing merupakan contoh dari daftar pertanyaan dan dokumentasi dari pelaksanaan *survey* kepada peternak di Dusun Turi.

Perumusan Konsep Mekanisme dan Kapasitas Pencacahan

Kegiatan kedua adalah pemilihan konsep pengoperasian beserta kapasitas mesin pencacah. Hal penting di dalam tahap ini ialah mekanisme pemotongan pakan ternak itu sendiri. Menurut Sitkei (1987), terdapat empat kategori mekanisme pemotongan yang paling sering digunakan di dalam pemotongan hasil-hasil pertanian, termasuk di dalamnya ialah pakan ternak yang didapatkan dari alam. Empat kategori pemotongan ini (Sitkei 1987) adalah pemotongan dengan menggunakan *counter-moving knives*, pemotongan dengan menggunakan *knives* yang diam dan *moving knives*, pemotongan secara *shear layers*, dan pemotongan dengan *free cutting*. Kategori pemotongan dengan menggunakan *counter-moving knives* dan *knives* yang diam serta *moving knives* tidak menghasilkan konstruksi yang sederhana sebagaimana diharapkan oleh peternak (hasil survei nomor 3). Selain itu, kedua mekanisme pemotongan tersebut akan memerlukan jumlah pisau yang lebih banyak yang pada akhirnya menuntut kebutuhan energi penggerak yang lebih besar dikarenakan *massa*



Gambar 3 Dokumentasi survei dari kegiatan pertama.

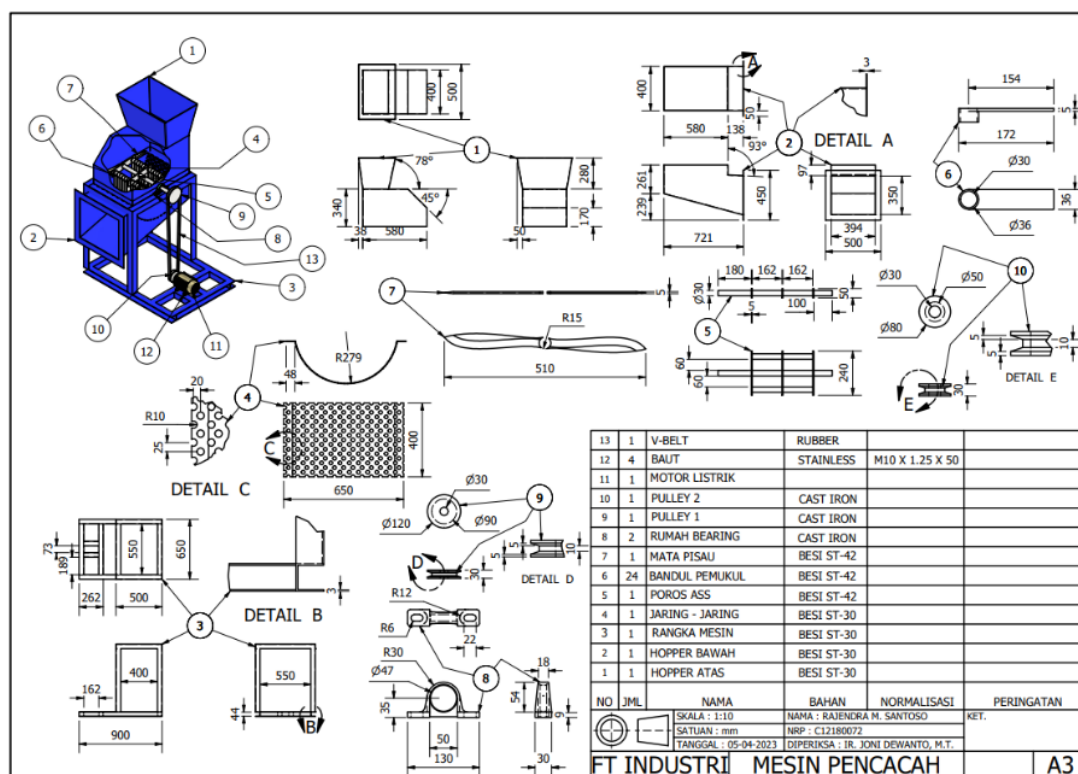
dari *knives* yang digunakan (hasil survei nomor 2). Oleh karena itu, keduanya tidak dipilih. Kategori ketiga, menurut Sitkei (1987), lebih praktis daripada kedua kategori yang pertama tersebut. Pakan ternak yang dicacah bisa diam ataupun bergerak. Mekanisme pemotongan jenis ini juga tidak digunakan karena bila pakan ternak bergerak tentu saja membutuhkan konstruksi mesin yang rumit yang tidak diharapkan oleh peternak (hasil survei nomor 3). Oleh sebab itu, pertimbangan jatuh pada kategori pemotongan yang keempat, yaitu mekanisme *free cutting* (Sitkei 1987). Dijelaskan oleh Sitkei (1987) bahwa mekanisme *free cutting* ini lebih sederhana dibandingkan dengan ketiga kategori tersebut dan banyak digunakan di dalam

rancangan mesin-mesin pencacah. Pakan ternak tidak bergerak dan dicacah dengan *knives* yang berotasi dengan kecepatan tinggi dalam mekanisme *free cutting*, yaitu kisaran 20–40 m/s (Sitkei 1987), sehingga mekanisme *free cutting* dipilih untuk mesin pencacah ini. Mekanisme pemotongan *free cutting* (Sitkei 1987) juga digunakan oleh Ghobashy *et al.* (2023). Putaran maksimum mesin yang direncanakan adalah 2850 rpm dalam perancangan *chopper*, sebagaimana ketersediaan motor listrik di lapangan untuk menghasilkan putaran sebesar 2850 rpm. Penggunaan putaran sebesar 2850 rpm dengan panjang *blade* atau *chopping knife* yang digunakan untuk mekanisme pencacahan *free cutting* sebesar 25,5 cm, maka kecepatan rotasi dari *blade* adalah 38,053 m/s. Kecepatan rotasi sebesar ini berada dalam kisaran kecepatan rotasi sebesar 20–40 m/s (Sitkei 1987). Ukuran panjang dari *chopping knife* yang digunakan, yaitu 25,5 cm, ditunjukkan dalam gambar teknik sebagaimana Gambar 4. Hasil survei nomor 6 dan 9 menjadi dasar untuk menentukan kapasitas *chopper* pakan ternak. Misal, peternak memiliki 4 ekor sapi perah dan 5 ekor kambing maka dalam pengoperasian *chopper* selama 1 jam pakan ternak yang tercacah halus sebanyak $(4 \times 40 \text{ kg}) + (5 \times 5 \text{ kg})$ sehingga kapasitas *chopper* ialah 185 kg/jam.

Fabrikasi Mesin Pencacah dan Perumusan Kapasitas Daya Listrik dari Pembangkit Tenaga Surya

Kegiatan ketiga adalah fabrikasi mesin pencacah pakan ternak dan perumusan kapasitas daya listrik dari panel surya. Harapan dari para peternak untuk memiliki mesin pencacah pakan ternak yang sederhana konstruksinya digunakan sebagai pijakan. Kesimpulan dari kegiatan kedua ialah penggunaan mekanisme *free cutting* (Sitkei 1987) untuk pencacahan. Oleh karena itu, dalam kegiatan ketiga ini dilakukan studi literatur untuk melihat perkembangan rancangan dari mesin pencacah agar mesin pencacah yang direalisasikan menggunakan komponen-komponen mekanik yang tidak beragam sehingga menghasilkan konstruksi yang sederhana sebagaimana harapan dari para peternak.

Studi literatur yang telah dilakukan menemukan sejumlah perkembangan rancangan mesin pencacah. Ige & Finner (1976) merancang mesin pencacah dengan menggunakan sejumlah pisau yang berotasi dimana hasil pertanian diumpungkan dan ditumpu oleh *shear bar*. Berpijak dari penjelasan Sitkei (1987), mekanisme seperti ini termasuk di dalam mekanisme pemotongan *shear layer*. Selanjutnya, studi dari Xie *et al.* (2018) berfokus pada perancangan mesin perajang tebu. Mekanisme pemotongan



Gambar 4 Gambar teknik dari mesin pencacah pakan ternak.

dari mesin pencacah ini (Xie *et al.* 2018) menggunakan mekanisme pemotongan *shear layers* (Sitkei 1987) dengan sejumlah pisau yang dipasang melintang pada pemegangnya dan berotasi. Secara konstruksi, mesin pencacah dari Xie *et al.* (2018) rumit karena menggunakan beragam komponen mekanik yang terdiri dari *feeding roller, upper chopping blade, floating rod, upper chopping drum, lower chopping blade, lower chopping drum, conveying motor, chopping motor, coupling, bearings, shafts, power transmission*. Konstruksi seperti ini tentu saja tidak memenuhi harapan dari para peternak di Dusun Turi oleh karena konstruksi mesin yang rumit.

Adgidzi (2007) merancang mesin pencacah berbasis mekanisme pemotongan yang digunakan oleh Xie *et al.* (2018) namun menggunakan komponen mekanik yang tidak beragam, hanya terdiri dari *chopping shaft, cutting knives* dan pemegang, *bearings, pulleys-belt*, dan motor listrik. Konsep rancangan dari Adgidzi (2007) inilah yang akhirnya dipertimbangkan oleh tim penulis untuk digunakan pada konsep mesin pencacah yang direalisasikan namun dengan mengganti konstruksi pisau pemotong menjadi konstruksi mekanisme *free cutting* (Sitkei 1987). Studi dari Ghobashy *et al.* (2023) juga dijadikan sebagai *benchmark*. Ghobashy *et al.* (2023) merancang mesin pencacah berbasis mekanisme pemotongan *free cutting* (Sitkei 1987) dengan menggunakan empat *knives* yang berotasi. Konstruksi mesin ini sederhana karena hanya terdiri dari *chopping shaft, cutting knives* dan pemegang, *bearings, pulleys-belt, sieve*, dan motor listrik. Oleh karena itu, berpijak pada kesimpulan dari kegiatan pertama dan kedua serta hasil dari studi literatur, mesin pencacah pakan ternak yang diusulkan oleh tim penulis menggunakan konstruksi mesin yang sederhana (Adgidzi 2007; Ghobashy *et al.* 2023) yang terdiri dari *chopping shaft, cutting knives* (2 pisau) dan pemegang, *bearings, pulleys-belt*, dan motor listrik, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 5. Hanya dua buah pisau yang digunakan untuk mengurangi kebutuhan energi mesin (hasil survei nomor 2) dan bergerak dengan kecepatan yang tinggi, sesuai dengan kisaran yang dipaparkan oleh Sitkei (1987) untuk mekanisme *free cutting*.

Kebutuhan energi surya untuk *chopper* pakan ternak dihitung berdasarkan hasil dari kegiatan pertama. Hasil wawancara dengan para peternak dan cakupan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, maka *prototype* dari mesin pencacah menggunakan sumber energi surya

sebesar kurang lebih 4000 Watts. Daya input sebesar 4000 Watts ini didapatkan dari estimasi daya motor listrik sebesar 5 hp dan pengoperasian setiap 2 jam *nonstop* dengan kapasitas pengumpanan pakan ternak (rata-rata) sebesar 185 kg/hari setiap 2 jam. Efisiensi mekanik diestimasi sekitar 80%. Kapasitas daya listrik panel surya dinaikkan menjadi 5000 Watts untuk menyuplai motor listrik 3 hp, 1 *phase*, dan putaran 2850 rpm sebagai realisasi pengadaan komponen panel surya dan komponen konversi energi surya menjadi energi listrik. Komponen solar panel, inverter, baterai, dan MCB beserta kotaknya ditunjukkan oleh Gambar 5.

Integrasi Instalasi Pembangkit Tenaga Surya ke Mesin Pencacah

Kegiatan keempat adalah *prototype* dari *chopper* pakan ternak (Gambar 6) yang menggunakan motor listrik (3 hp, 2850 rpm, 1 *phase*) diintegrasikan dengan sistem konversi energi



Keterangan: 1 = Solar panel; 2= Baterai; 3 = MCB dan kotak MCB; 4 = Inverter

Gambar 5 Solar panel, inverter, baterai, dan MCB beserta kotaknya dari pembangkit listrik tenaga surya.



Keterangan: 1 = Pisau pencacah dan pemegang; 2= Pelat pengaduk; 3 = Jaring-jaring (saringan); 4 = Pulleys-V belt

Gambar 6 *Prototype* dari *chopper* pakan ternak sapi dan kambing.

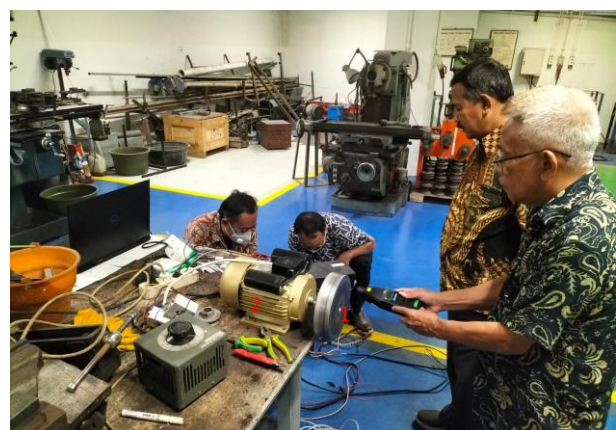
dari energi surya menjadi energi listrik (Gambar 6). Pengintegrasian ini dilakukan di Dusun Turi. Tim menghadapi tantangan teknis dalam pengoperasiannya. Setelah pengintegrasian dilakukan dan *chopper* dinyalakan, *chopper* tidak dapat beroperasi sama sekali meskipun mesin pencacah tersebut tidak diberikan pakan sapi dan kambing. Terlihat bahwa *inverter* (Gambar 6) tidak berfungsi karena terjadi lonjakan arus listrik pada awal pengoperasian *chopper*. Lonjakan arus listrik ini melebihi batas maksimum dari arus listrik yang diizinkan oleh *inverter* sehingga hal ini mengakibatkan *inverter error*. Batas maksimum dari arus listrik yang diizinkan ialah 30A. Oleh karena itu, motor listrik dari *chopper* dilepas dan dilakukan pengujian arus listrik yang bekerja pada motor listrik. Hal ini bertujuan untuk mengetahui besarnya lonjakan arus listrik yang terjadi pada saat awal pengoperasian motor listrik. Pengujian motor listrik dilakukan di Laboratorium Manufaktur, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra. Saat pengujian, motor listrik diberikan dan tidak diberikan beban atau *flywheel*. *Massa* dari beban ini menyesuaikan *massa* dari mekanisme pencacah dari *chopper* itu sendiri.

Pada pengujian motor listrik ini, beban 10 kg dipasang pada motor listrik (3 hp, 1 phase). Beban 10 kg ini digunakan untuk merepresentasikan beban real yang terjadi pada *chopper*, yaitu beban dari *cutting knives* (2 buah), *rotating shaft*, *pulleys*, pelat pengaduk (28 buah) dan pemegang, sebagaimana terlihat dalam Gambar 4. Berdasarkan hasil pengukuran, terlihat bahwa lonjakan arus listrik pada saat awal pengoperasian motor listrik dengan beban 10 kg ialah 73,82 A. Inilah penyebab terjadinya *inverter error* atau lonjakan arus listrik yang lebih besar dari 30 A yang secara otomatis menghentikan kerja *inverter*. Selanjutnya, setelah *peak current* tersebut, arus listrik menjadi stabil dalam kisaran 9–10 A. Sebaliknya, lonjakan arus listrik dimana motor listrik tidak diberikan beban hanya mencapai 11,4 A yang kemudian menjadi stabil pada kisaran 2,5 A. Beban 10 kg yang diberikan pada motor listrik beserta pengujian lonjakan arus listrik ditunjukkan dalam Gambar 7.

Lonjakan arus listrik ini bisa terjadi oleh karena motor listrik membutuhkan suplai arus listrik yang tinggi saat awal pengoperasian, yakni ketika motor listrik harus berputar pada rpm tinggi untuk menggerakkan *cutting knives* dan elemen mekanik lainnya. Dengan demikian, inersia yang besar dibutuhkan oleh motor listrik

yang pada akhirnya membutuhkan suplai arus listrik yang tinggi yang diwujudkan dengan terjadinya lonjakan arus listrik tersebut. Terdapat lima pilihan solusi teknis untuk mengatasi permasalahan lonjakan arus listrik yang tinggi tersebut. Kelima pilihan solusi teknis ini meliputi: 1) Penambahan kopling gesek pada transmisi daya (*pulleys-V belt*); 2) Penambahan *soft starter* pada motor listrik 1 phase; 3) Penambahan *soft starter* pada motor listrik 3 phase; 4) Penambahan *variable speed drive* pada motor listrik; dan 5) Penambahan jumlah baterai.

Kopling gesek adalah untuk merealisasikan peningkatan kecepatan putar secara bertahap sehingga kebutuhan inersia yang besar dan mendadak tidak terjadi di awal pengoperasian *chopper* pakan ternak. Penambahan kopling gesek ini tidak dipilih oleh karena proses realisasi yang bisa cukup memakan waktu. Demikian juga berlaku untuk pilihan solusi no. 2, 3, dan 5. *Soft starter* untuk motor listrik 1 phase cukup mahal dan tidak langsung tersedia. Sementara itu, *soft starter* untuk motor listrik 3 phase tidak memiliki *converter* untuk mengkonversikan 1 phase menjadi 3 phase bila tetap menggunakan motor listrik 3 hp, 1 phase. Selanjutnya, penambahan baterai tidak dipilih oleh karena ketidakpraktisan dan biaya baterai yang cukup mahal. Pada akhirnya, *variable speed drive* dipilih sebagai solusi untuk mengatasi lonjakan arus listrik yang terjadi pada awal pengoperasian *chopper* oleh karena ketersediaan *phase converter* baik dari 1 phase ke 3 phase ataupun sebaliknya. Berpijak dari hal ini, motor listrik 2 hp, 3 phase, 2850 rpm digunakan sebagai penggerak *chopper* menggantikan motor listrik sebelumnya (3 hp, 1 phase, 2850 rpm). Hal ini



Keterangan: 1 = Beban 10 kg; 2= Motor listrik 3 hp

Gambar 7 Beban 10 kg dan pengujian lonjakan arus listrik dari motor listrik di Laboratorium Manufaktur, Universitas Kristen Petra.

juga karena daya motor listrik diturunkan dari 3 hp menjadi 2 hp sebagaimana motor listrik 2 hp banyak digunakan untuk *chopper*.

Pengujian *variable speed drive* pada motor listrik 2 hp, 3 phase, 2850 rpm dilakukan di Laboratorium Manufaktur, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra. Motor listrik 2 hp ini juga diberikan beban 10 kg untuk diuji lonjakan arus listrik pada awal pengoperasiannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan *variable speed drive* dan beban 10 kg motor listrik 2 hp hanya mengalami lonjakan arus listrik sebesar 3,4 A. Motor listrik 2 hp, 3 phase, 2850 rpm selanjutnya difungsikan sebagai penggerak *chopper* dengan tambahan *variable speed drive*.

Pengujian Performa *Chopper* Pakan Ternak

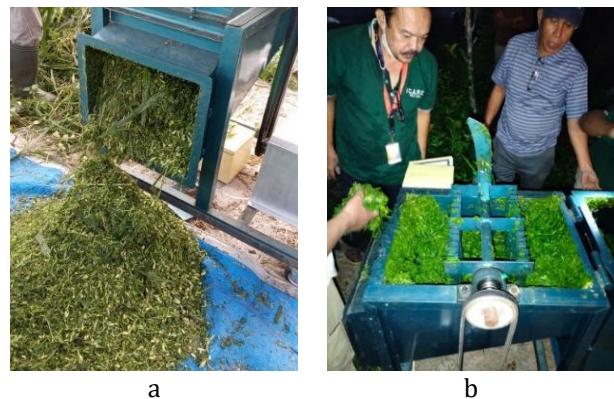
Kinerja *chopper* pakan ternak yang mendapatkan energi listrik dari PLTS yang mana *variable speed drive* dihubungkan dengan motor listrik ditunjukkan oleh Gambar 8. Tes performa ini dilakukan di Dusun Turi, Kabupaten Tulungagung. Dalam pengujian ini, kapasitas pencacahan tidak diukur. Meskipun demikian, demonstrasi kinerja dari *chopper* listrik bertenaga surya ini difokuskan pada kemampuan baterai menyuplai energi listrik ke motor listrik baik pada waktu terang maupun gelap dimana putaran motor listrik ditentukan sebesar 75% dari 2850 rpm berdasarkan *setting* dari *variable speed drive* dan pakan dari rumput gajah menggunakan rumput muda dan tua.

Gambar 9 menunjukkan bahwa dengan menggunakan 2137.5 rpm (75% dari 2850 rpm), pakan ternak bisa tercacah halus. Hasil cacahan yang halus ini sesuai dengan studi dari Wilson et al (1989) dan Bal et al. (2000) bahwa memang pakan untuk sapi dan kambing harus tercacah halus oleh karena sistem pencernaan kedua hewan ruminan tersebut. Hal penting yang perlu diperhatikan oleh peternak ialah rumput muda yang tercacah halus sebagaimana ditunjukkan oleh gambar sebelah kanan masih mengandung air cukup banyak. Oleh karena itu, pakan ternak ini melekat dan memenuhi ruang pencacahan. Bila hal ini terjadi maka putaran *chopper* bisa berkurang atau *chopper* berhenti berputar oleh karena banyaknya pakan di ruang pencacahan. Sebagai solusi, mesin *chopper* harus dimatikan dan ruang pencacahan dibuka supaya pakan yang tercacah halus bisa dikeluarkan dari ruang pencacahan. Selain itu, jaring-jaring atau saringan (Gambar 4 dan 5 untuk elemen nomor 4) tidak seharusnya dipasang ketika rumput

gajah yang muda digunakan supaya pakan tercacah halus yang masih memiliki kandungan air yang tinggi tidak tertahan dalam ruang pencacahan tersebut.

Sosialisasi Pendampingan Penggunaan dan Perawatan *Chopper* Pakan Ternak Bertenaga Surya

Pada kegiatan sosialisasi pendampingan penggunaan dan perawatan *chopper* listrik bertenaga surya bagi komunitas peternak sapi dan kambing dilakukan juga pengujian performa *chopper*. Kegiatan ini dilakukan pada 23 dan 24 September 2023 di Dusun Turi. Pada waktu pelaksanaan Dusun Turi sedang mengalami musim kemarau panjang, sehingga rumput gajah yang biasanya tersedia dengan mudah menjadi sulit didapatkan. Akibatnya, peternak harus membeli bonggol tebu sebagai pengganti. Uji coba *chopper* dilakukan dengan menggunakan bonggol tebu tersebut. Oleh karena karakteristik bonggol tebu yang berbeda dengan karakteristik rumput gajah maka *chopper* mengalami lilitan daun dari bonggol tebu pada poros pencacah sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 9.



Gambar 8 a dan b) Hasil cacahan pakan ternak dari *chopper* listrik bertenaga surya.



Gambar 9 Lilitan daun dari bonggol tebu pada poros *chopper* listrik bertenaga surya.

Daun bonggol tebu yang terlilit ini mengganggu pengoperasian *chopper* sehingga *chopper* tidak bisa berputar cepat. Selanjutnya, bila lilitan tersebut cukup banyak, maka *chopper* berhenti berputar sehingga hal ini bisa membahayakan motor listrik dan transmisi daya (*pulleys-V belt*). Untuk mencegah terjadinya lilitan daun bonggol tebu tersebut, ruang antara *bearing* dan *cutting knives* ditambahkan *hub* dari plat tipis yang menutupi poros. Solusi ini berhasil sehingga *chopper* bisa menghasilkan banyak pakan ternak yang tercacah halus pada saat uji coba, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 10. Pengoperasian *chopper* selama 1 jam saat kondisi kemarau panjang pada siang hari menghasilkan 200 kg pakan ternak yang tercacah halus dan baterai masih menunjukkan kapasitas penyimpanan energi listrik sebanyak 90%.

Selanjutnya, pendampingan penggunaan dan perawatan *chopper* listrik bertenaga surya dilakukan di salah satu rumah warga peternak di Dusun Turi (Gambar 11). Kegiatan ini dilakukan pada 24 September 2023 dan dihadiri oleh 40 orang peternak serta 3 anggota tim. Dalam kegiatan ini, tim juga mengadakan tes

pemahaman peternak mengenai penggunaan *chopper* listrik bertenaga surya. Para peternak menyatakan puas terhadap *chopper* pakan ternak ini dan 17 orang peternak (sebanyak 42,5%) sudah memahami cara mengoperasikan *chopper*. Peternak juga memahami tombol-tombol yang digunakan untuk menyalakan dan mematikan *chopper*, dan untuk memastikan bahwa *chopper* sudah siap dioperasikan. Lebih jauh, beberapa peternak juga memberikan *feedback* terhadap jalur pemasukan pakan dari *chopper* yang perlu diperbesar dan posisi jalur pemasukan yang perlu dibuat lebih rendah untuk memberikan kenyamanan peternak ketika mengumpulkan pakan ternak. Gambar 12 merupakan *sample* contoh dari hasil tes beserta *feedback* dari para peternak, secara berurutan.

Peternak telah melihat beberapa manfaat praktisnya selama kegiatan sosialisasi *chopper* di Dusun Turi. Selain pakan ternak yang tercacah halus ini aman dibawa dengan karung ketika peternak saling berpapasan dengan sepeda motor di jalanan yang sempit, pakan tercacah halus juga langsung termakan semua oleh sapi perah. Manfaat lainnya yang belum dilakukan di



Gambar 10 a dan b) Uji coba *chopper* listrik bertenaga surya dengan peternak di Dusun Turi.

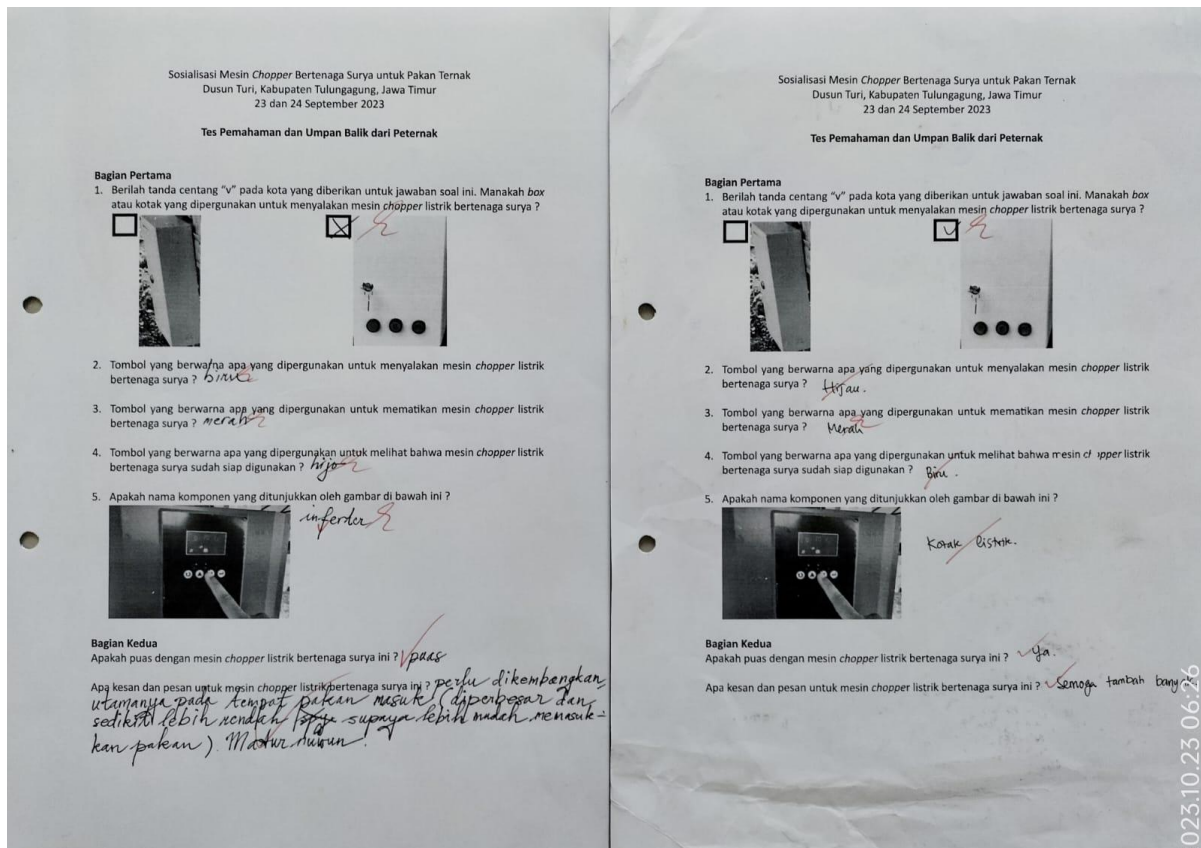


a



b

Gambar 11 a dan b) Pendampingan penggunaan dan perawatan *chopper* listrik bertenaga surya di rumah warga Dusun Turi.



Gambar 12 Tes pemahaman dan *feedback* dari peternak ruminan di Dusun Turi.

Dusun Turi ialah fermentasi pakan. Arowolo & He (2018), Chiquette *et al.* (2008), dan Einarson *et al.* (2005) menjelaskan bahwa fermentasi pakan ternak ini mensyaratkan pakan yang tercacah halus. Lebih jauh, menurut Arowolo & He (2018), fermentasi pakan yang tercacah halus bisa dikombinasikan dengan probiotik. Jika pakan tersebut dicampur dengan probiotik, hal ini bisa meningkatkan kualitas ternak. Beberapa peternak menjelaskan bahwa pakan ternak yang tercacah halus membuat hewan ternak makan dengan lahap. Oleh karena itu, susu yang dihasilkan oleh sapi akan meningkat, dan kualitas kambing pedaging dan sapi juga akan meningkat. Hal inipun juga bagus untuk kesehatan ternak sehingga ternak tidak terpapar penyakit kuku dan mulut yang baru-baru ini juga telah menular di kawasan tersebut, sebagaimana dilaporkan oleh Tribun Jatim (2022). Sebaliknya, pakan yang tidak tercacah halus selain tidak tercerna dengan baik oleh sapi dan kambing juga terbuang percuma sehingga tidak bisa disimpan untuk dipergunakan selama musim kemarau. Namun demikian, terlepas dari itu semua, keunikan yang ada ialah meskipun para peternak sudah mengetahui manfaat dari pakan yang tercacah halus, masih ada pendapat bahwa mencacah pakan ternak dengan *chopper* merupakan

keribetan tersendiri. Hal ini bisa disadari oleh karena *chopper* bertenaga surya beserta pembangkit listriknya masih terbatas untuk memenuhi kebutuhan seluruh peternak dan Dusun Turi sendiri cukup luas wilayahnya. Hal ini membuat sebagian peternak lebih memilih pakan ternak yang tidak dicacah karena mereka harus melakukan rute perjalanan tambahan ke lokasi *chopper* berada dan peternak juga enggan untuk membeli *chopper* sendiri yang harganya cukup mahal. Sebagai keberlanjutan dari kegiatan ini, oleh karena itu, diskusi *intense* melalui forum diskusi yang melibatkan perangkat dusun, tim peneliti, dan para peternak perlu dilakukan untuk merumuskan kegiatan lanjutan yang berdampak langsung kepada seluruh peternak di Dusun Turi. Forum diskusi ini bertujuan untuk melibatkan peternak secara aktif di dalam penyusunan kegiatan lanjutan agar mereka merasa memiliki karena berpijak pada ide atau pendapat dari komunitas peternak sendiri.

Dusun Turi termasuk kawasan yang mendapatkan paparan sinar matahari secara melimpah. Selain itu, sumber-sumber energi terbarukan lainnya seperti aliran air sungai, angin, *biomass*, biogas (dihasilkan dari kotoran ternak sapi dan kambing), juga melimpah di daerah ini namun demikian sumber-sumber

energi ini masih belum digunakan untuk menopang kegiatan rumah tangga dan peternakan. Mengembangkan kegiatan yang berpijak pada potensi dan kebutuhan masyarakat Dusun Turi merupakan manfaat tersendiri bagi masyarakat dusun. Bertalian dengan hal ini, kami telah sedang mempertimbangkan penggunaan sumber-sumber energi terbarukan lainnya tersebut di atas selain energi matahari. Paparan atau intensitas sinar matahari di Dusun Turi selama musim penghujan dan musim kemarau bisa berbeda. Hal ini berdampak pada durasi pengoperasian *chopper* dan durasi pengisian baterai. Memantau paparan sinar matahari secara rutin, durasi pengisian baterai, dan durasi penggunaan *chopper* merupakan faktor-faktor penting. Hal ini juga merupakan motivasi keberlanjutan dari studi ini, yaitu mendapatkan kesimpulan mengenai kombinasi yang optimal dari sumber-sumber energi terbarukan untuk mendukung peternakan dan kebutuhan lainnya di Dusun Turi.

SIMPULAN

Studi ini fokus pada penggunaan energi surya sebagai sumber energi listrik untuk menggerakkan *chopper* atau mesin pencacah hijauan pakan ternak sapi dan kambing dengan tujuan untuk menyediakan prototipe mesin pencacah yang dapat menghasilkan cacahan halus dari hijauan pakan ternak dengan ukuran 1–2 cm. Melalui kegiatan pengabdian masyarakat ini, para peternak di Dusun Turi telah mampu menggunakan mesin pencacah bertenaga surya untuk menghasilkan pakan ternak yang tercacah halus dan telah melihat manfaat dari keberadaan *chopper* listrik ini. Kegiatan ini juga telah berhasil mencapai tujuan studi yang diharapkan, yang dinyatakan dengan luaran yang bisa berjalan dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Australia Awards in Indonesia untuk pendanaan program pengabdian masyarakat melalui Alumni Grant Scheme. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada: Bapak Denny Haryanto dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Kristen Petra beserta tim

yang telah membagikan potensi pengabdian masyarakat di Kabupaten Tulungagung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adgidzi D. 2007. Development and performance evaluation of a forage chopper. *Journal of Agricultural Engineering and Technology*. 15: 12–24.
- Arowolo MA, He J. 2018. Use of probiotics and botanical extracts to improve ruminant production in the tropics: A review. *Animal Nutrition*. 4(3): 241–249. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.04.010>
- [BPS] Provinsi Jawa Timur. 2023. Produksi Telur Unggas Itik dan Itik Manila dan Susu Sapi Perah Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur (ton), 2020 dan 2021.
- Chiquette J, Allison MJ, Rasmussen MA. 2008. *Prevotella bryantii* 25A used as a probiotic in early-lactation dairy cows: effect on ruminal fermentation characteristics, milk production, and milk composition. *Journal of Dairy Science*. 91(9): 3536–3543. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0849>
- Grant RJ, Cotanch KW. 2023. Perspective and commentary: chewing behavior of dairy cows: practical perspectives on forage fiber and the management environment. *Applied Animal Science*. 39(3): 146–155. <https://doi.org/10.15232/aas.2022-02371>.
- Dinas Kominfo Provinsi Jawa Timur.(2022. Jatim Berhasil Pertahankan Posisinya Sebagai Provinsi Sentra Produksi Susu Sapi Tertinggi Nasional. [Internet]. Diakses pada: 11 Februari 2022. Tersedia pada: <https://kominfo.jatimprov.go.id/read/umum/jatim-berhasil-pertahankan-posisinya-sebagai-provinsi-sentra-produksi-susu-sapi-tertinggi-nasional>
- Einarson MS, Plaizier JC, Wittenberg KM. 2005. Effects of including chopped alfalfa hay in barley-based total mixed rations on production and rumen fermentation of lactating dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*. 85(2): 251–253. <https://doi.org/10.4141/A05-008>
- Ghobashy H, Shaban EY, Okasha, M, El-Reheem S A, Abdelgawad M, Ibrahim R, Ibrahim H, Abdelmohsen K, Awad M, Cottb M, Elmeadawy

- M, Fathy W, Khater E. 2023. Development and evaluation of a dual-purpose machine for chopping and crushing forage crops. *Heliyon*. 9(4): e15460. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15460>.
- Haselmann A, Zehetgruber K, Fuerst-Waltl B, Zollitsch W, Knaus W, Zebeli Q. 2019. Feeding forages with reduced particle size in a total mixed ration improves feed intake, total-tract digestibility, and performance of organic dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 102(10): 8839–8849. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16191>.
- Ige MT, Finner MF. 1976. Forage harvester knife response to cutting force. *Transactions of the ASAE*. 19(3): 451–454. <https://doi.org/10.13031/2013.36047>
- Katongole CB, Lumu R, Lindberg JE. 2021. Comparative chemical composition and rumen degradation of common reed and elephant grass in urban/peri-urban dairying systems in Uganda. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. 45(6): 892–906. <https://doi.org/10.1080/21683565.2021.1896618>
- Pintens DA, Shinnars KJ, Friede JC, Kalscheur KF, Digman MF, Combs DK. 2022. Intensive mechanical processing of forage crops to improve fibre digestion. *Grass and Forage Science*. 77: 55–65. <https://doi.org/10.1111/gfs.12559>
- Radarsurabaya Online. 2022. Produksi Susu Sapi Jatim Mencapai 558.758 Ton Terbesar Nasional (2022, January 31).[Internet]. Diakses pada: 9 Februari 2022. Tersedia pada: <https://radarsurabaya.jawapos.com/ekonomi/31/01/2022/produksi-susu-sapi-jatim-mencapai-558-758-ton-terbesar-nasional/>
- TribunJatim Online. 2022. Puluhan Sapi Dinyatakan Suspect Penyakit Mulut dan Kuku, Tulungagung Masuk Zona Kuning PMK (2022, June 8).[Internet]. Diakses pada: 21 Agustus 2022. Tersedia pada: <https://jatim.tribunnews.com/2022/06/08/puluhan-sapi-dinyatakan-suspect-penyakit-mulut-dan-kuku-tulungagung-masuk-zona-kuning-pmk>
- Rira M, Morgavi DP, Popova M, Maxin G, Doreau M. 2022. Microbial colonization of tannin-rich tropical plants: Interplay between degradability, methane production and tannin disappearance in the rumen. *Animal*. 16(8): 100589 <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100589>.
- Sitkei G. 1987. *Developments in agricultural engineering 8: mechanics of agricultural materials*. Elsevier.
- Wang E, Wang J, Lv J, Sun X, Kong F, Wang S, Wang Y, Yang H, Cao Z, Li S, Wang W. 2021. Comparison of ruminal degradability, indigestible neutral detergent fiber, and total-tract digestibility of three main crop straws with alfalfa hay and corn silage. *Animals*. 11: 3218. <https://doi.org/10.3390/ani11113218>
- Xie L, Wang J, Cheng S, Zeng B, Yang Z. 2018. Optimisation and finite element simulation of the chopping process for chopper sugarcane harvesting. *Biosystems Engineering*. 175: 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.08.004>