

Studi Eksperimental Kinerja Putaran Mesin Kompos Penggerak Energi Konvensional dan Terbarukan

Husen Asbanu^{1*}, Yendi Esye², Trisna Ardi Wiradinata¹, Muhammad Iqbal Priatama³, Fernando Hosea³

¹ Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada, husenasbanu@gmail.com

¹ Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada, trisnaardi@gmail.com

² Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada, yendiesye@gmail.com

³ Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada, (Mahasiswa)

Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : husenasbanu@gmail.com

Abstrak

Ketersediaan sumber energi memegang peranan penting dalam mendukung efisiensi mekanisasi pertanian, terutama pada proses pengolahan pupuk organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan performa mesin pengolah pupuk yang dioperasikan menggunakan dua jenis sumber energi, yakni motor bakar berbahan bakar RON 90 dan sistem tenaga surya berkapasitas 100 Wp. Pengujian dilakukan pada beban tetap sebesar 3 kg dengan pengamatan terhadap parameter daya dan torsi. Hasil menunjukkan bahwa pada penggunaan motor bakar berdaya 5,5 HP, peningkatan putaran mesin berbanding lurus dengan kenaikan daya namun berbanding terbalik terhadap torsi. Torsi tertinggi sebesar 14,1 Nm dicapai pada putaran 1486 rpm dengan daya 2,2 kW, sementara daya tertinggi sebesar 3,21 kW terjadi pada putaran 2984 rpm dengan torsi menurun menjadi 10,2 Nm. Di sisi lain, sistem berbasis panel surya menunjukkan peningkatan daya dan torsi seiring bertambahnya intensitas sinar matahari, dengan performa tertinggi tercatat pada pukul 13.00 sebesar 91,8 watt dan torsi 0,30 Nm, yang kemudian menurun setelah pukul 15.00, menunjukkan bahwa mesin dengan motor bakar memiliki performa yang lebih konsisten, sedangkan sistem tenaga surya sangat bergantung pada fluktuasi intensitas cahaya harian sehingga memerlukan pengaturan waktu operasional yang optimal.

Kata kunci: BBM; Energi Terbarukan; Mesin Pengolah Pupuk; Panel Surya; Torsi.

Abstract

The availability of energy sources plays a vital role in supporting the efficiency of agricultural mechanisation, especially in the organic fertiliser processing process. This study evaluates and compares fertiliser processing machines' performance using two energy sources: a RON 90 fueled internal combustion engine and a 100 Wp solar power system. Testing was carried out at a fixed load of 3 kg with power and torque parameters observations. The results show that when using a 5.5 HP internal combustion engine, the increase in engine speed is directly proportional to the increase in power but inversely proportional to torque. The highest torque of 14.1 Nm is achieved at 1486 rpm with a power of 2.2 kW, while the highest power of 3.21 kW occurs at 2984 rpm with a torque decreasing to 10.2 Nm. On the other hand, the solar panel-based system showed an increase in power and torque as the intensity of sunlight increased, with the highest performance recorded at 1:00 PM at 91.8 watts and a torque of 0.30 Nm, which then decreased after 3:00 PM, indicating that the engine with a combustion engine has a more consistent performance. In contrast, the solar power system is highly dependent on daily fluctuations in light intensity, so it requires optimal operational time settings.

Keywords: Fertilizer Processing Machine; Fuel; Renewable Energy; Solar Panels; Torque.

1. Pendahuluan

Bahan bakar fosil makin langka dan dampaknya terhadap lingkungan semakin terasa, kini banyak upaya dilakukan untuk mencari cara lain dalam menggerakkan mesin agar lebih ramah lingkungan. Salah satu yang mulai banyak dipakai adalah tenaga dari sumber alami, seperti matahari. Mesin kompos, yang dipakai untuk mengolah limbah organik, sangat bergantung pada sistem penggeraknya agar bisa bekerja dengan baik. Pupuk organik merupakan salah satu komponen penting dalam pertanian berkelanjutan. Proses pengolahan pupuk organik secara manual membutuhkan waktu dan tenaga yang besar, sehingga diperlukan mekanisasi untuk meningkatkan efisiensi. Namun, sebagian besar mesin pengolah pupuk masih mengandalkan bahan bakar fosil, yang tidak ramah lingkungan dan berbiaya tinggi. Seiring berkembangnya teknologi energi terbarukan, khususnya energi surya, muncul peluang untuk menggantikan sistem konvensional dengan sistem ramah lingkungan. Salah satu indikator performa mesin adalah besarnya torsi yang dihasilkan saat mengolah bahan organik.

Peningkatan mutu pupuk kandang, dikembangkan sebuah mesin pengolah pupuk organik melalui pendekatan rekayasa teknis yang diterapkan di laboratorium dan lingkungan kelompok peternak. Proses perancangannya mencakup sejumlah komponen penting seperti alat pencampur atau pembuat pelet, sistem penyaring, wadah input (hopper), mekanisme pemindah daya, motor pemutar, panel pengendali kerja, serta kerangka pendukung. Setelah perakitan selesai, dilakukan evaluasi performa guna mengetahui kemampuan kerja mesin, yang dilanjutkan dengan penyusunan prosedur pemeliharaan untuk memastikan keberlanjutan fungsinya dalam jangka panjang (1).

Perangkat pengolah kompos berukuran kecil ini dirancang sedemikian rupa untuk mempercepat proses penguraian material organik secara efisien. Implementasi alat tersebut terbukti mampu meningkatkan kinerja pengolahan tumpukan kompos, sehingga mempercepat tahapan dekomposisi. Selain itu, alat ini memiliki karakteristik konsumsi energi yang hemat selama operasi serta mampu menghasilkan kompos dengan kelembaban dan kestabilan yang berada dalam rentang kualitas yang dapat diterima (2).

Pengembangan mesin untuk pengolahan kompos organik dilakukan guna meningkatkan efektivitas proses penguraian limbah organik. Perangkat ini dirancang dengan mengintegrasikan mekanisme pencacahan, pencampuran, dan pengeringan, serta didukung oleh motor penggerak yang dapat dioperasikan menggunakan bahan bakar konvensional maupun energi alternatif. Implementasi mesin ini terbukti mampu memangkas durasi pengomposan secara nyata dibandingkan pendekatan tradisional, dengan penggunaan energi yang tergolong hemat. Produk kompos yang dihasilkan menunjukkan mutu yang baik berdasarkan parameter kelembaban, suhu, dan struktur fisik yang mengindikasikan tingkat kematangan sesuai standar (3).

Berdasarkan kajian terhadap penelitian-penelitian sebelumnya, perbedaan utama penelitian ini terletak pada fokus dan pendekatan yang digunakan. Penelitian terdahulu umumnya mengembangkan mesin pengolah pupuk organik dengan memanfaatkan satu jenis sumber energi, baik bahan bakar fosil maupun energi alternatif, serta menitikberatkan evaluasi pada efisiensi proses, waktu pengomposan, dan kualitas kompos yang dihasilkan. Sementara itu, penelitian ini secara khusus membandingkan kinerja mesin yang sama ketika dioperasikan menggunakan dua jenis sumber energi yang berbeda, yaitu bahan bakar minyak (BBM) dan panel surya. Fokus utama yang diangkat adalah pengukuran torsi yang dihasilkan pada masing-masing sumber energi, sehingga dapat diketahui perbedaan kinerja mekanisnya secara kuantitatif. Pendekatan yang digunakan bersifat uji banding langsung, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih banyak melakukan pengujian tunggal pada satu jenis mesin atau sumber energi. Selain itu, penelitian ini tidak hanya membuktikan bahwa energi alternatif dapat digunakan untuk menggerakkan mesin, tetapi juga memberikan rekomendasi praktis terkait pilihan sumber energi yang lebih optimal untuk aplikasi mesin pengolah pupuk organik berdasarkan performa torsi.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan torsi yang dihasilkan oleh mesin pengolah pupuk organik dengan tenaga BBM dan panel surya, serta mencoba melihat langsung bagaimana mesin bekerja jika dijalankan dengan dua jenis energi yang berbeda untuk mengetahui mana yang lebih baik.

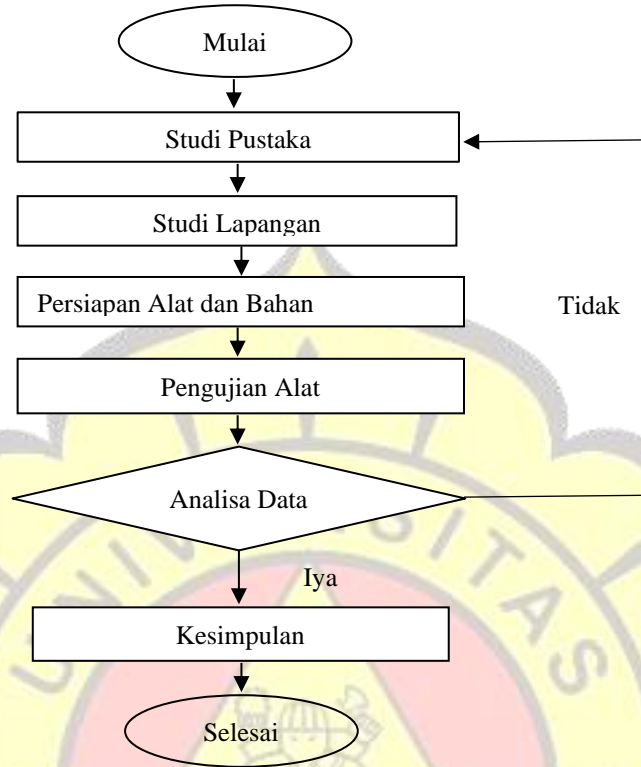
2. Metodologi

Metodologi menjelaskan teori pendukung, kronologis penelitian, termasuk desain penelitian, prosedur penelitian (dapat dalam bentuk algoritma atau lainnya), cara untuk menguji dan akuisisi data. Metode yang sudah diterbitkan harus ditunjukkan dengan referensi, hanya modifikasi yang relevan yang harus dijelaskan.

Alat dalam penelitian ini, tacho meter, volt meter, timbangan, alat pengukur intensitas matahari serta mesin pengolah pupuk organik (jenis pencacah), motor BBM (Honda GX160, 5.5 HP), Panel surya 100 Wp + controller + baterai 12V 40Ah, sedangkan bahan dalam pengujian alat berupa pupuk kandang

kambing yang diperoleh dari pedesaan. Sedangkan untuk pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Darma Persada dari bulan februari sampai juli 2025.

Adapun diagram alir penelitian ini dapat disajikan dengan susunan dibawah ini dalam bentuk Flow Chart Penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Variabel penelitian dapat disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 1 Variabel Penelitian

Kategori	Variabel Penelitian	Jenis Variabel	Keterangan
Motor	Jenis motor	Variabel bebas	Motor bensin 5,5 HP dan motor listrik 1/4 HP
Daya motor (Hp)	Kapasitas daya motor	Variabel bebas	5,5 HP (bensin) dan 1/4 HP (listrik)
Sumber energi	Tipe sumber energi	Variabel bebas	BBM RON 90 panel surya 100
Putaran motor (Rpm)	Kecepatan putar motor	Variabel terikat	Diukur saat pembebanan sama
Beban kerja (Kg)	Beban output pada poros motor	Variabel kontrol	Beban tetap untuk membandingkan performa
Intensitas cahaya (W/m ²)	Intensitas sinar matahari	Variabel antara	Mempengaruhi output panel surya
Teg. input motor (volt)	Teg. listrik input ke motor	Variabel antara	Diukur dari panel/baterai selama operasi
Arus input motor (ampere)	Arus listrik masuk ke motor	Variabel antara	Mengetahui konsumsi daya motor listrik
Daya panel surya (watt)	Output daya aktual panel surya	Variabel antara	Dipengaruhi oleh intensitas matahari

3. Landasan Teori

Motor Bakar dan Motor Listrik

Motor bakar merupakan jenis mesin yang bekerja dengan memanfaatkan reaksi kimia yang terjadi ketika bahan bakar terbakar di dalam sistem tertutup, dari proses tersebut dihasilkan tenaga gerak yang digunakan untuk mengoperasikan berbagai perangkat mekanik, mekanisme kerjanya didasarkan pada

pembakaran zat bakar di dalam ruang khusus dalam mesin (4). Energi yang tersimpan dalam bahan bakar menjadi bentuk energi yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan putaran atau dorongan, mesin semacam ini banyak diterapkan pada kendaraan dan alat berat karena efisiensinya dalam menghasilkan daya dari volume bahan bakar yang relatif kecil, dengan prinsip kerja tersebut, motor bakar menjadi komponen utama dalam berbagai sektor industri dan transportasi (5). Motor listrik memainkan peran penting dalam berbagai sistem mekanik modern karena kemampuannya mengubah energi listrik menjadi energi gerak dengan tingkat efisiensi yang tinggi (6).

Krisis ketersediaan energi fosil dan dampak ekologis yang ditimbulkannya mendorong perlunya integrasi sumber energi terbarukan dalam bidang pertanian. Energi matahari menjadi salah satu solusi yang menjanjikan karena mampu menurunkan ketergantungan terhadap bahan bakar konvensional, mengurangi emisi gas rumah kaca, serta menekan biaya operasional. Penerapan teknologi ini juga berpotensi meningkatkan hasil pertanian dan memotivasi generasi muda untuk berperan aktif dalam pengembangan pertanian berwawasan lingkungan dan berkelanjutan (7). Keunggulannya terletak pada kemampuan menghasilkan torsi penuh bahkan saat mulai berputar dari keadaan diam, berbeda dengan mesin pembakaran dalam yang memerlukan putaran tertentu untuk mencapai torsi optimal, desainnya yang sederhana serta minim perawatan membuat motor listrik menjadi pilihan utama di berbagai bidang, termasuk industri (8). Motor listrik memungkinkan pengaturan kecepatan dan torsi yang lebih akurat karena mudah dikendalikan melalui sistem elektronik, dengan segala kelebihan tersebut motor listrik dinilai sebagai teknologi yang mendukung perkembangan sistem industri (9).

Prinsip Kerja Mesin Pengolah Pupuk Organik

Proses pembuatan pupuk organik, dapat menggunakan dua jenis sumber energi, berupa energi fosil dan energi matahari, Energi fosil dimanfaatkan untuk menggerakkan peralatan utama seperti mesin pencacah, pengaduk, dan sistem aerasi yang membantu mempercepat pelapukan bahan organik, sementara itu panel surya dipasang untuk menangkap energi matahari yang kemudian digunakan sebagai sumber listrik tambahan bagi mesin-mesin tersebut, kombinasi kedua sumber energi ini membantu proses produksi menjadi lebih efisien sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar tak terbarukan (10).

Mesin pengolah pupuk organik beroperasi melalui serangkaian tahapan terstruktur, tahap awal melibatkan proses pencacahan bahan organik menggunakan pisau berputar guna mereduksi ukuran material agar mempermudah penanganan selanjutnya. Bahan yang telah dicacah kemudian diarahkan ke unit pencampuran, di mana dilakukan homogenisasi untuk memastikan distribusi komponen yang merata, tahap berikutnya adalah fermentasi yang berlangsung di dalam ruang tertutup, dengan dukungan sistem aerasi atau pemanas untuk mengoptimalkan aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi, setelah fermentasi mencapai durasi dan kondisi yang diinginkan, bahan difermentasi tersebut dikeringkan melalui pemanasan atau aliran udara panas guna menurunkan kadar kelembaban, proses selanjutnya mencakup pengayakan untuk memisahkan fraksi halus dari partikel yang berukuran lebih besar, bila diperlukan, material hasil olahan dapat melalui proses granulasi sebagai tahap akhir sebelum dilakukan pengemasan dan distribusi produk pupuk organik (11).

Perancangan mesin pencacah limbah organik sebagai alat bantu dalam produksi kompos dan pakan ternak didasarkan pada prinsip kerja reduksi ukuran secara mekanis. Proses operasional dimulai dari tahap pemasukan bahan organik, seperti sisa makanan, limbah pertanian, atau residu sayuran, melalui saluran pemasukan (hopper). Bahan tersebut kemudian diarahkan ke ruang pencacah yang dilengkapi pisau berputar, yang digerakkan oleh motor berbahan bakar fosil, listrik, maupun sumber energi alternatif seperti tenaga surya. Sistem pemotong ini bekerja dengan kecepatan tertentu untuk memecah material menjadi bagian-bagian kecil yang seragam. Penghancuran ini bertujuan mempercepat proses pelapukan biologis pada pembuatan kompos, serta mempermudah pencernaan jika bahan digunakan sebagai pakan ternak. Material hasil pencacahan selanjutnya dikeluarkan melalui saluran keluaran dan dikumpulkan dalam wadah penampung. Prinsip kerja mesin ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pengolahan limbah organik, tetapi juga mendukung pemanfaatan teknologi sederhana yang aplikatif dan berkelanjutan dalam bidang pertanian (12).

Konversi Energi pada Sistem Surya dan energy Bahan Bakar Fosil

Transformasi energi dari bahan bakar fosil ke energi listrik merupakan strategi penting untuk menekan ketergantungan terhadap sumber daya yang tidak dapat diperbarui, sekaligus menandai peralihan menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan (13). Sistem tenaga surya bekerja dengan cara mengubah sinar matahari menjadi listrik menggunakan panel surya yang terdiri dari sel fotovoltaik, proses ini terjadi ketika partikel cahaya (foton) mengenai permukaan semikonduktor pada sel

surya dan melepaskan electron yang kemudian menghasilkan aliran listrik (14). Energi listrik yang diperoleh dari proses ini bisa langsung digunakan untuk menyalakan perangkat listrik seperti motor, atau disimpan terlebih dahulu dalam baterai untuk digunakan saat cahaya matahari tidak tersedia, tingkat keberhasilan konversi energi ini sangat dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain intensitas sinar matahari, posisi pemasangan panel, suhu sekitar, dan kualitas bahan penyusun sel surya, di tengah meningkatnya kebutuhan akan energi bersih, pemanfaatan tenaga surya menjadi pilihan strategis, terutama di wilayah dengan potensi penyinaran matahari yang cukup tinggi sepanjang tahun (15).

Bensin dan solar, masih menjadi salah satu sumber energi utama yang digunakan untuk menggerakkan mesin pembakaran dalam, energi yang tersimpan dalam bahan bakar tersebut dilepaskan melalui proses pembakaran di mana energi kimianya diubah menjadi panas, lalu dikonversi menjadi energi gerak, sebagai contoh, pada mesin berbahan bakar bensin, campuran udara dan bahan bakar dikompresi dan dinyalakan di ruang bakar, menghasilkan tekanan yang mendorong piston untuk bergerak (16). Industri motor bakar mengalami transformasi menuju pemanfaatan energi listrik, energi listrik unggul dalam efisiensi dan ramah lingkungan dibanding bahan bakar fosil. Kendaraan listrik perlahan menggantikan kendaraan berbahan bakar bensin dan diesel perlu memahami torsi dan daya motor listrik dan mesin pembakaran internal (17).

Konsep Torsi dan daya mekanik

Torsi merupakan ukuran yang menunjukkan seberapa besar kemampuan mesin dalam memutar poros melalui gaya puntir, dan sering digunakan untuk mengevaluasi performa suatu motor (18). Sistem motor bakar, torsi dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar yang terjadi di ruang bakar, energi panas dari pembakaran ini mendorong piston, yang kemudian memutar poros engkol untuk menghasilkan gerakan (19). Motor listrik menghasilkan torsi melalui interaksi antara arus listrik dan medan magnet dalam sistem elektromagnetiknya, sehingga rotor langsung berputar tanpa memerlukan pembakaran, umumnya, motor listrik mampu memberikan torsi maksimal sejak awal putaran, sementara motor bakar memerlukan peningkatan kecepatan untuk mencapai torsi tertingginya, perbedaan karakteristik ini membuat motor listrik lebih cocok untuk aplikasi yang memerlukan akselerasi cepat, sedangkan motor bakar lebih sesuai untuk penggunaan jangka panjang dengan beban konstan (20).

Daya mekanik menggambarkan kemampuan suatu sistem untuk melakukan kerja dalam jangka waktu tertentu, umumnya, daya ini berasal dari konversi energi seperti dari energi kimia atau energi listrik yang kemudian diubah menjadi gerakan mekanis, pada mesin daya mekanik diperoleh dengan mengalikan besar torsi dengan kecepatan putaran poros, dan biasanya dinyatakan dalam satuan watt (21). Kapasitas mesin dalam menggerakkan beban atau melakukan aktivitas tertentu sangat bergantung pada besarnya daya mekanik yang dihasilkan. Efisiensi sistem dalam menghasilkan daya ini dipengaruhi oleh sejumlah faktor, antara lain rancangan mekanis, kualitas pelumasan, dan jenis energi yang digunakan sebagai sumber. Desain motor listrik penggerak, daya mekanik menjadi indikator krusial dalam menilai seberapa baik performa sebuah mesin, baik itu motor berbasis pembakaran internal maupun motor yang bekerja dengan tenaga listrik (22).

Panjang tulisan antara 8-10 halaman, termasuk lampiran. Font yang digunakan adalah Times New Roman dengan style dan ukuran sebagaimana contoh dalam template ini, kecuali font untuk penulisan algoritma atau program yang akan dijelaskan lebih terperinci dalam bagian tersendiri. Untuk optimalisasi halaman, usahakan jumlah halaman genap.

4. Hasil Dan Pembahasan

Data Kegiatan Hasil Penelitian

Hasil kegiatan penelitian dapat ditampilkan pada Gambar 2a,2b,2c dan 2d.



Gambar 2. a. Pengukuran Rpm mesin tanpa perlakuan, b. Pengukuran rpm pisau, c,d. Pengujian kinerja Mesin

Data hasil pengukuran mesin dengan bahan bakar fosil dan energy surya

Data hasil pengukuran mesin dengan bahan bakar fosil dan energy surya dapat disajikan pada Tabel 2,3.

Tabel 2 Data pengujian mesin dengan motor Bakar daya 5,5 HP bahan bakar fosil RON 90

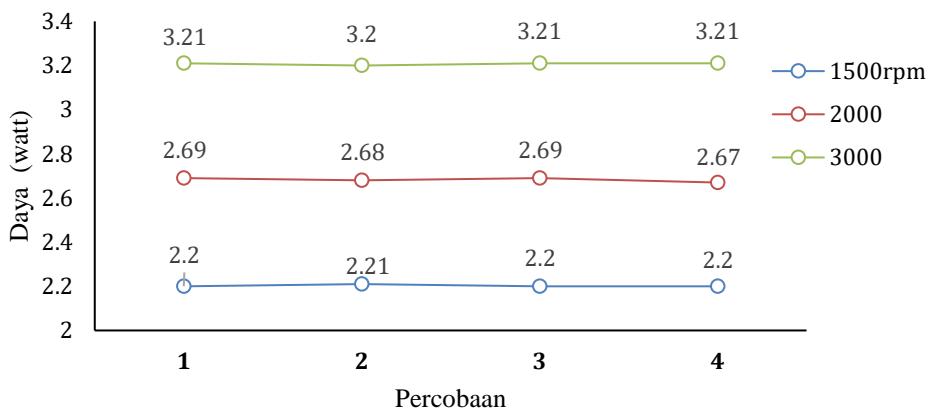
Percobaan	Beban (kg)	Rpm	Daya (kW)	Torsi Nm
1	3	1486	2,2	14,1
2	3	1488	2,21	14,1
3	3	1489	2,2	14,1
4	3	1486	2,2	14,1
1	3	1995	2,69	12,8
2	3	1992	2,68	12,8
3	3	1998	2,69	12,8
4	3	1985	2,67	12,8
1	3	2987	3,21	10,2
2	3	2987	3,2	10,2
3	3	2977	3,21	10,2
4	3	2984	3,21	10,2

Tabel 3 Data Pengujian Mesin dengan Panel surya 100 WP motor listrik ¼ HP

Waktu (jam0)	Rpm pisau	Tanggal	Beban (kg)	Intensitas Mata hari	I (ampere)	Tegangan (volt)	Daya (watt)	Torsi (Nm)
08.00	2867	13-07-25	3	614	3,1	12,2	37,82	0,12
08.00	2867	14-07-25	3	623	3,3	12,3	40,59	0,13
08.00	2867	15-07-25	3	634	3,5	12,5	43,75	0,14
08.00	2867	16-07-25	3	642	3,6	12,7	45,72	0,15
08.00	2867	17-07-25	3	657	3,8	12,8	48,64	0,16
13.00	2867	13-07-25	3	930	4,9	17,7	86,73	0,28
13.00	2867	14-07-25	3	919	4,8	17,3	83,04	0,27
13.00	2867	15-07-25	3	927	4,9	17,6	86,24	0,28
13.00	2867	16-07-25	3	931	5	17,8	89	0,29
13.00	2867	17-07-25	3	939	5,1	18	91,8	0,30
15.00	2867	13-07-25	3	740	3,9	14,8	57,72	0,19
15.00	2867	14-07-25	3	718	3,6	14,4	51,84	0,17
15.00	2867	15-07-25	3	750	4,1	15,2	62,32	0,20
15.00	2867	16-07-25	3	767	4,7	15,6	73,32	0,24
15.00	2867	17-07-25	3	758	4,5	15,4	69,3	0,23

Analisis Daya Mesin Bertenaga BBM

Hasil eksperimen terhadap mesin penghancur pupuk dengan motor bakar berkapasitas 5,5 HP yang disajikan Gambar 3. menunjukkan adanya hubungan yang searah antara peningkatan kecepatan putaran mesin dan besarnya daya keluaran. Ketika mesin beroperasi pada kecepatan sekitar 1500 rpm, daya rata-rata yang dicapai adalah 2,20 kW. Nilai ini mengalami kenaikan menjadi 2,68 kW pada kecepatan 2000 rpm, dan terus meningkat hingga mencapai puncaknya sebesar 3,21 kW saat mesin berputar pada 3000 rpm. Seluruh percobaan dilakukan dengan pembebanan tetap sebesar 3 kg. Berdasarkan variasi data yang sangat kecil di tiap tingkat putaran, dapat disimpulkan bahwa kinerja mesin cukup stabil. Secara umum, mesin menunjukkan performa terbaik pada putaran tinggi. Hasil termuan dalam penelitian ini sejalan dengan peneliti sebelumnya yang mengamati mesin penghancur bahan baku kompos dengan mesin motor bakar 5,5 HP dengan hasil temuan kinerja mesin stabil saat penambahan beban (23).

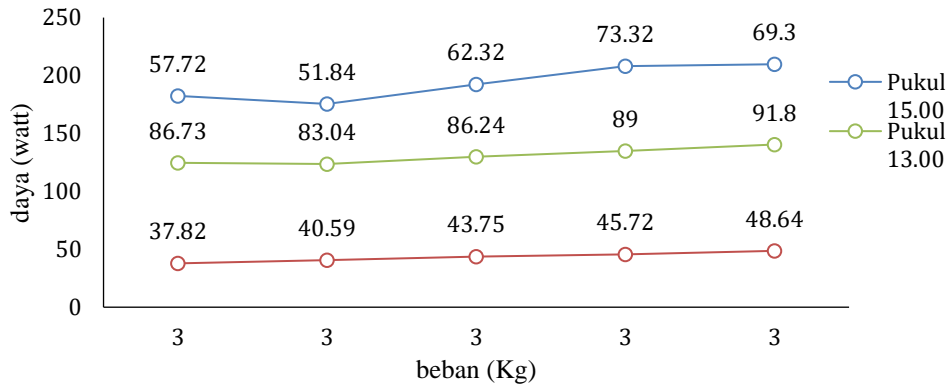


Gambar 3. Daya Bertenaga BBM

Analisis Daya Mesin Bertenaga Surya

Berdasarkan grafik hasil pengujian Gambar 4. Menunjukkan konsumsi daya mesin pengolah pupuk berbasis tenaga surya, yang menggunakan panel 100 WP dan motor penggerak 1/4 HP, mengalami perubahan sesuai dengan waktu pengoperasian. Pada pukul 08.00, daya yang terserap masih rendah, berkisar antara 37,82 hingga 48,64 watt, yang mencerminkan rendahnya intensitas cahaya matahari pada pagi hari. Daya mengalami peningkatan signifikan pada pukul 13.00, dengan nilai antara 83,04 hingga 91,8 watt, seiring dengan meningkatnya radiasi matahari di siang hari. Menjelang sore hari, tepatnya pukul 15.00, terjadi penurunan kembali, dengan daya berada antara 51,84 hingga 73,32 watt. Pola ini menunjukkan bahwa performa mesin sangat dipengaruhi oleh variasi cahaya matahari harian. Walaupun energi yang dihasilkan oleh panel belum mampu menyuplai kebutuhan motor secara optimal sepanjang hari, sistem ini terbantu oleh adanya baterai simpan bertegangan 12 volt dan kapasitas 40 Ah yang berfungsi sebagai cadangan daya saat intensitas cahaya melemah. Hasil temuan dalam penelitian ini sejalan dengan ilmuwan sebelumnya yang mengamati panel surya 100 wp dengan motor listrik 1/4 HP dengan hasil temuan bahwa performa panel surya berkapasitas 100 WP sangat bergantung pada seberapa kuat sinar matahari yang diterima dan besar kecilnya beban motor DC yang digunakan. Saat cahaya matahari cukup terang, daya yang dihasilkan cenderung meningkat, namun akan menurun ketika pencahayaan melemah.

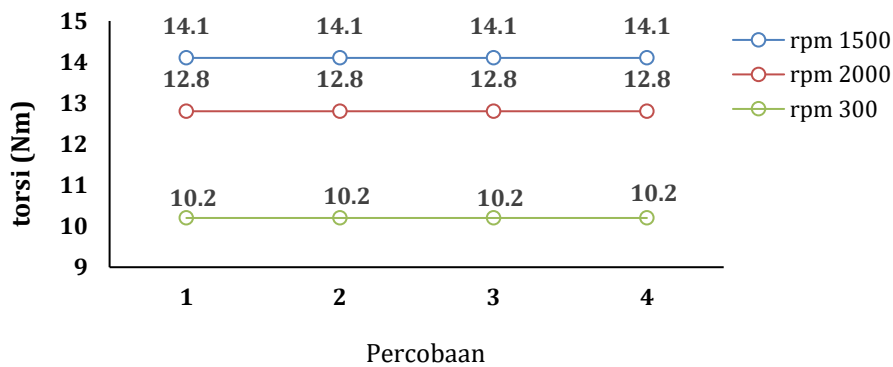
Beban dari motor memicu perubahan pada arus dan tegangan, sehingga diperlukan ACCU berkapasitas 12 volt 40 Ah untuk menjaga kestabilan aliran energi. Efektivitas sistem secara keseluruhan berada di kisaran 30 sampai 70 persen, tergantung situasi lingkungan dan besarnya beban kerja. Oleh karena itu, rancangan sistem perlu disesuaikan dengan kebutuhan motor agar bisa berfungsi secara efisien (24). Ilmuwan lain juga melakukan pengamatan dengan panel 100 -200 Wp dengan motor listrik 75-225 watt pada irigasi dengan hasil temuan Panel surya dengan kapasitas antara 100 hingga 200 WP memiliki kemampuan untuk menyuplai energi yang memadai bagi pengoperasian pompa air berkapasitas kecil hingga sedang, terutama pada kondisi radiasi matahari yang optimal. Ketersediaan daya dari panel tersebut dinilai cukup untuk memenuhi kebutuhan operasional tanpa dukungan sumber energi eksternal serta kemiringan sudut panel surya (25,26).



Gambar 4. Daya Bertenaga Surya

Analisis Torsi Mesin Bertenaga Bahan Bakar Fosil

Pengujian mesin dengan bahan bakar fosil yang disajikan pada Gambar 5. terlihat bahwa torsi yang dihasilkan cenderung stabil dalam empat kali pengujian, baik pada putaran 1500 rpm, 2000 rpm, maupun 300 rpm. Meski begitu, perubahan torsi tetap dipengaruhi oleh kecepatan putaran mesin—semakin cepat putaran, biasanya torsi yang dibutuhkan mesin justru lebih ringan. Pada kecepatan 1500 rpm, torsi tertinggi tercatat konsisten di angka 14,1 Nm. Sedangkan pada 2000 rpm, nilainya turun menjadi 12,8 Nm, dan di putaran paling rendah, yakni 300 rpm, torsi tetap stabil pada kisaran 10,2 Nm. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun ada perbedaan torsi antar putaran, kinerja mesin tetap menunjukkan pola kerja yang stabil. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang merancang mesin pencacah pupuk dengan daya 7 Hp dengan putaran mesin maximum 3600 dengan temuan teknologi ini tepat guna membantu mengolah pupuk secara efisien (27). Penelitian lain juga melakukan tentang pengukuran daya poros motor bensin berkapasitas 5,5 HP dengan hasil temuan bahwa motor bensin kapasitas kecil memiliki performa cukup stabil dan efisien mini, mesin-mesin pertanian (28).

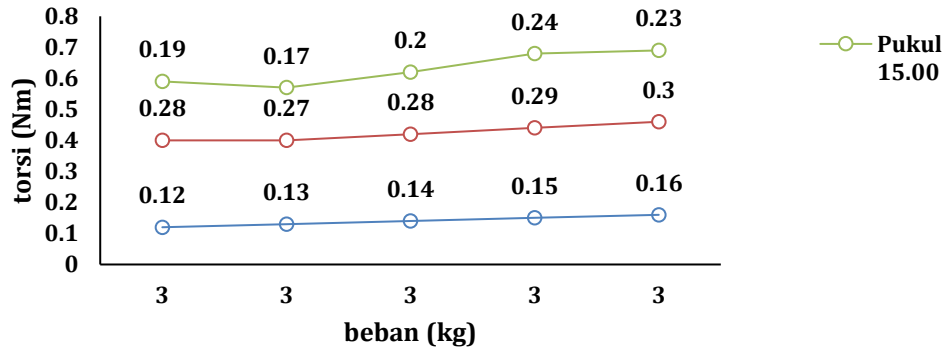


Gambar 5. Torsi Mesin Bertenaga Bahan Bakar Fosil

Analisis Torsi Mesin Bertenaga Panel Surya

Pengujian kemampuan torsi pada mesin disajikan Gambar 6. Menunjukkan pengolahan pupuk berbasis energi surya dengan daya panel 100 WP, motor listrik 1/4 HP, serta dukungan baterai 12 volt 40 Ah menunjukkan adanya perbedaan kinerja yang cukup mencolok pada waktu pengoperasian yang berbeda. Saat pagi hari (pukul 08.00), torsi yang tercatat masih rendah, berkisar antara 0,12 hingga 0,16 Nm, sejalan dengan kondisi intensitas cahaya matahari yang belum maksimal sehingga suplai energi listrik ke motor terbatas. Peningkatan performa terjadi saat siang hari (pukul 13.00), di mana torsi mencapai nilai tertinggi antara 0,27 sampai 0,30 Nm akibat meningkatnya paparan sinar matahari terhadap panel surya. Pada sore hari (pukul 15.00), torsi masih menunjukkan angka relatif tinggi (0,17–0,24 Nm), yang diduga kuat berasal dari energi tersimpan dalam baterai hasil pengisian sebelumnya. Secara umum, dapat dinyatakan bahwa performa sistem tidak bersifat konstan dan sangat bergantung pada fluktuasi intensitas radiasi matahari, di mana ketidakstabilan

nilai torsi merupakan respons langsung terhadap perubahan kondisi penyinaran harian. Hasil temuan dalam penelitian ini sejalan dengan peneliti sebelumnya yang meneliti dampak sudut kemiringan panel surya 100 Wp terhadap daya listrik dengan hasil temuan kemiringan mata hari berpengaruh terhadap daya listrik yang dihasil sehingga akan berdampak pada performa mesin listrik yang digunakan (29). Penelitian lain juga meneliti tentang pengujian solar panel 100 wp sebagai energy alternating pengering cengkeh dengan hasil temuan mesin dapat berkerja dengan baik (30).



Gambar 6. Torsi Mesin Bertenaga Panel Surya

5. Kesimpulan

1. Pengujian mesin pengolah pupuk dengan motor bakar 5,5 HP berbahan bakar RON 90 menunjukkan bahwa peningkatan putaran mesin meningkatkan daya namun menurunkan torsi. Putaran mesin rendah 1486 rpm, nilai torsi maksimum tercapai sebesar 14,1 Nm dengan daya 2,2 kW. Daya tertinggi 3,21 kW ditemukan pada putaran tinggi 2984 rpm, namun torsi menurun menjadi 10,2 Nm. Kondisi ini menunjukkan bahwa putaran menengah lebih optimal untuk kebutuhan torsi pada proses pengolahan pupuk. Pengujian menunjukkan nilai torsi tian rpm stabil selama 4 percobaan.
2. Pengujian mesin yang menggunakan panel surya 100 Wp memperlihatkan bahwa peningkatan intensitas cahaya matahari berbanding lurus dengan naiknya daya dan torsi output. Pada pukul 08.00, daya yang dihasilkan berada dalam kisaran 37–48 watt dengan torsi antara 0,12–0,16 Nm. Kinerja maksimum tercapai pada pukul 13.00, di mana daya mencapai 91,8 watt dan torsi mencapai 0,30 Nm. Setelah pukul 15.00, baik daya maupun torsi mengalami penurunan akibat menurunnya intensitas penyinaran matahari, kinerja daya dan torsi tidak stabil dibanding energy fosil.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus kami sampaikan kepada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Darma Persada atas dukungan dan akses ke fasilitas laboratorium. Penelitian ini dilakukan secara mandiri dan sepenuhnya didanai oleh penulis dengan menggunakan sumber daya pribadi. Tidak ada pendanaan atau sponsor eksternal yang terlibat dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Darmanto S. Rancang bangun mesin pengolah pupuk kotoran sapi. TRAKSI. 2013;13(1).
- [2] Velasco JT, Bandisa GL, Dominguez EN, Andres JT. Design, Fabrication, and Performance Evaluation of a Small-scale Compost-Turning Machine. Mt J Sci Interdiscip Res (formerly Benguet State Univ Res Journal). 2024;84(1):132–41.
- [3] Pare M, Aman M. Design Of Organic Compost Machine. Int Res J Eng Technol. 2019;6(12):532–6.
- [4] Roberts A, Brooks R, Shipway P. Internal combustion engine cold-start efficiency: A review of the problem, causes and potential solutions. Energy Convers Manag. 2014;82:327–50.
- [5] Alagumalai A. Internal combustion engines: Progress and prospects. Renew Sustain Energy Rev. 2014;38:561–71.
- [6] Zhu X, Jiang M, Xiang Z, Xu L, Chen Y, Quan L. Design and Optimization of a Multi-Region High-Efficiency Permanent Magnet Motor with Enhanced Energy Efficiency. IEEE Trans Energy Convers.

- 2025;
- [7] Jalil A, Yahya AR, Rahmadhanisa NA, Azzayni AM. Potensi Penggunaan Energi Terbarukan dalam Alat dan Mesin Pertanian: Pemanfaatan Pompa Air Tenaga Surya Untuk Sistem Irigasi Pertanian. *Callus J Agrotechnology Sci.* 2024;2(3):11–6.
- [8] Adegbite AO, Nwasike CN, Nwaobia NK, Gidiagba JO, Enabor OT, Dawodu SO, et al. Modern electric motors: A review of sustainable design and maintenance principles: scrutinizing the latest trends focusing on motor efficiency, sustainability, recyclability, and reduced maintenance. *World J Adv Res Rev.* 2023;20(3):1198–211.
- [9] Ayyappan GS, Narayanan NK, Pandi VR, Angel TS, Babu BR. Electrical motor maintenance techniques and life cycle assessment-A review with case studies. In: 2019 2nd international conference on power and embedded drive control (ICPEDC). IEEE; 2019. p. 167–72.
- [10] Marsono M, Hermanto A, Muallim L, Darmawan MH. Perancangan dan Pembuatan Prototipe Mesin Pencacah Sampah Makanan. *J Rekayasa Energi dan Mek.* 2025;5(1):36.
- [11] Daniyan IA, Omokhuale AM, Aderoba AA, Ikumapayi OM, Adaramola BA. Development and performance evaluation of organic fertilizer machinery. *Cogent Eng.* 2017;4(1):1364044.
- [12] Aden NAB, Nurrohkayati AS, Pranoto SH, Nurrohkayati AN. Pembuatan prototype mesin pencacah sebagai pengolah limbah organik untuk pupuk kompos dan pakan ternak. *TEKNOSAINS J Sains, Teknol dan Inform.* 2023;10(1):12–9.
- [13] Rios-Torres J, Liu J, Khattak A. Fuel consumption for various driving styles in conventional and hybrid electric vehicles: Integrating driving cycle predictions with fuel consumption optimization. *Int J Sustain Transp.* 2019;13(2):123–37.
- [14] Hussain MN, Zaman MR, Halim MA, Ali MS, Khan MYA. A comprehensive review of renewable and sustainable energy sources with solar photovoltaic electricity advancement in Bangladesh. *Control Syst Optim Lett.* 2024;2(1):1–7.
- [15] Ma'arif S, Kulla IHI. POTENSI ENERGI BARU TERBARUKAN DI KAWASAN MARITIM INDONESIA: TINJAUAN TEKNOLOGI DAN TANTANGAN IMPLEMENTASI. *J Serina Sains, Tek dan Kedokt.* 2024;2(1):71–86.
- [16] Mueller CJ, Cannella WJ, Kalghatgi GT. Fuels for engines and the impact of fuel composition on engine performance. *Encycl Automot Eng.* 2014;1–27.
- [17] Albatayneh A, Assaf MN, Alterman D, Jaradat M. Comparison of the overall energy efficiency for internal combustion engine vehicles and electric vehicles. *Rigas Teh Univ Zinat Raksti.* 2020;24(1):669–80.
- [18] Garshelis IJ. Torque and power measurement. In: *Mechanical Variables Measurement-Solid, Fluid, and Thermal.* CRC Press; 2023. p. 1–5.
- [19] Putra RC. Perbandingan unjuk kerja dan konsumsi bahan bakar antara motor yang mempergunakan koil standar dan busi standar dengan motor yang mempergunakan koil racing dan busi racing menggunakan bahan bakar pertamax. *Mot Bakar J Tek Mesin.* 2018;2(2).
- [20] Dong H, Fu J, Zhao Z, Liu Q, Li Y, Liu J. A comparative study on the energy flow of a conventional gasoline-powered vehicle and a new dual clutch parallel-series plug-in hybrid electric vehicle under NEDC. *Energy Convers Manag.* 2020;218:113019.
- [21] Tong W. *Mechanical design and manufacturing of electric motors.* CRC press; 2022.
- [22] He Q, Wang H, Li Q. Design Optimization and Performance Analysis of High Torque Density and Efficiency Motors for eVTOL Applications. *IEEE Access.* 2025;
- [23] Anwar M, Iswar M, Rudianto R, Makagiansar D. RANCANG BANGUN MESIN PENGHANCUR DAN PENCAMPUR BAHAN BAKU PUPUK KOMPOS. *J Tek Mesin Sinergi.* 2016;14(1):72–7.
- [24] Triyanto A, Dewi L, Salsabila S. Desain dan Rancang Bangun Panel Surya 100 WP Terhadap Pengaruh Radiasi dan Beban Motor DC. *TRANSISTOR Elektro dan Inform.* 2023;5(1):21–6.
- [25] Shofi AA, Sulistiyanto S, Bachrudin M. Rancang Bangun Water Pump Solar Energy Portable Perairan Sawah Untuk Membantu Petani Kabupaten Probolinggo. *Med Tek J Tek Elektromedik Indones.* 2023;4(2):79–86.
- [26] Putri MAHNU, Pranita E, Dalimunthe ER. Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Daya Keluaran Pada Panel Surya Jenis Polycrystalline 100 WP Menggunakan Regression Quadratic.
- [27] Sihombing R, Hariyanto A. MODIFIKASI MESIN PENCACAH SAMPAH ORGANIK SEBAGAI BAHAN PUPUK KOMPOS MENGGUNAKAN PENGGERAK MOTOR BENSIN. *Mek J Ilm Bid Tek Mesin.* 2024;17(2):40–51.
- [28] Azhar FA, Fauzan RAR, Zain AT. Pengaruh Perubahan Sistem Pemasukan Bahan Bakar dan Rasio

- Kompresi Motor Bakar 4-Tak Single Cylinder terhadap Torsi dan Daya. *J Tek Terap.* 2023;2(1):12–9.
- [29] Hariningrum R. Analisa pengaruh sudut kemiringan panel surya 100 wp terhadap daya listrik. *Mar Sci Technol J.* 2021;1(2):67–76.
- [30] Rais S, Tjiroso B, Umar K, Hardi W, Pratama AS. Pengujian Portable Solar Cell Kapasitas 100 WP Sebagai Energi Listrik Penggerak Blower Pengering Cengkeh 250 Watt. *Patria Artha Technol J.* 2022;6(2):185–8.

