

Sistem Komposter Rumah Tangga Berbasis Arduino dengan Monitoring Real-Time Parameter Pengomposan

Mila Fauziyah¹, Ratna Ika Putri², Supriatna Adhisuwignjo³

e-mail: mila.fauziyah@polinema.ac.id, ratna.ika@polinema.ac.id, supriatna@polinema.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No. 9 Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 15 Juni 2025

Direvisi 23 September 2025

Diterbitkan 30 September 2025

Kata kunci:

Kompos
Arduino Uno
Monitoring Suhu
Kontrol Kelembapan
pH Tanah
Pengolahan sampah organik

ABSTRAK

Peningkatan timbulan sampah organik rumah tangga menuntut metode pengolahan yang lebih terukur, efisien, dan dapat dikendalikan. Proses pengomposan konvensional kerap gagal karena parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan pH tidak berada pada rentang optimal. Penelitian ini merancang komposter otomatis berbasis Arduino Uno yang dilengkapi sensor HC-SR04, DS18B20, soil moisture, dan sensor pH untuk melakukan pemantauan real-time dan pengendalian aktuator secara otomatis. Sistem mengaktifkan motor pencacah selama 3 menit, pompa cairan tetes tebu selama 50 detik, serta pompa EM4 selama 2 detik, sebelum memasuki fase pengomposan. Sensor kelembapan mengendalikan pompa air ketika nilai di bawah 40%, dan mengaktifkan motor pengaduk saat kelembapan melebihi 60%, menjaga kondisi aerobik tetap stabil. Pengujian dilakukan pada kapasitas bahan 5 kg, dengan rentang suhu pengomposan tercatat pada 32–45°C dan pH akhir berada pada kisaran 6,5–7,2, yang sesuai untuk kompos matang. Sistem mampu mempertahankan kelembapan pada rentang ideal 40–60% serta menghasilkan kompos dalam waktu lebih cepat dibanding metode manual. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi sensor dan aktuator berbasis mikrokontroler mampu meningkatkan kestabilan proses pengomposan dan mengurangi kebutuhan intervensi operator.

ABSTRACT

Keywords:

Compost
Arduino Uno
Temperature monitoring
Humidity control
Soil pH
Organic waste processing

The increasing volume of household organic waste requires a more controlled and efficient treatment method to ensure consistent compost quality. Conventional composting often fails due to uncontrolled environmental parameters such as temperature, humidity, and pH, which disrupt microbial activity and slow decomposition. This study presents the design of an automatic composting system based on an Arduino Uno microcontroller, equipped with HC-SR04, DS18B20, soil moisture, and soil pH sensors to enable real-time monitoring and automated actuation. The system activates the shredding motor for 3 minutes, the molasses pump for 50 seconds, and the EM4 activator pump for 2 seconds before entering the composting phase. Humidity control is achieved by activating the water pump when the value falls below 40%, and running the AC mixing motor when humidity exceeds 60%, ensuring stable aerobic conditions. Experimental testing with 5 kg of organic material shows that composting temperatures stabilized within 32–45°C, while the final pH ranged between 6.5–7.2, indicating mature compost. The system consistently maintained ideal moisture levels of 40–60%, resulting in a shorter composting duration compared to conventional manual methods. These results demonstrate that the integration of sensor-based



monitoring and automated control significantly enhances process stability and reduces operator intervention.

Penulis Korespondensi:

Mila Fauziyah,
Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Malang,
Jl. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Indonesia, Kode Pos 65141
Email: mila.fauziyah@polinema.ac.id

1. PENDAHULUAN

Setiap hari, setiap rumah tangga pasti menghasilkan sampah rumah tangga. Jika pengelolaan sampah rumah tangga tidak dilakukan dengan baik, hal ini dapat menyebabkan penumpukan sampah yang pada akhirnya menimbulkan berbagai dampak negatif bagi lingkungan sekitar. Dampak negatif tersebut meliputi gangguan terhadap kesehatan karena penyebaran virus, polusi udara akibat bau busuk dari tumpukan sampah, serta pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan sampah rumah tangga yang efektif, salah satunya dengan mengubah sampah tersebut menjadi pupuk. Salah satu solusi yang efektif untuk pengelolaan sampah rumah tangga adalah penggunaan pupuk kompos, karena sebagian besar bahan baku untuk pupuk kompos dapat berasal dari sampah rumah tangga seperti sisa sayur-sayuran, buah-buahan, daun, rumput, dan sampah dapur lainnya. Namun, dalam pembuatan pupuk kompos masih sering dijumpai berbagai masalah yang menyebabkan kegagalan.

Implementasi komposter otomatis berbasis mikrokontroler secara signifikan meningkatkan efisiensi dekomposisi organik dengan mengontrol parameter lingkungan secara tepat seperti suhu, kelembaban, dan aerasi, yang sangat penting untuk aktivitas mikroba yang optimal. Sistem ini menggunakan berbagai sensor dan aktuator untuk memantau dan menyesuaikan kondisi secara real-time, memastikan bahwa lingkungan pengomposan tetap dalam kisaran ideal untuk dekomposisi. Misalnya, penggunaan sensor suhu dan kelembaban memungkinkan pemeliharaan kondisi yang meningkatkan aktivitas mikroba, seperti yang ditunjukkan dalam sistem pengomposan dalam kapal yang dikembangkan di Filipina, yang berhasil mengoptimalkan waktu dan kualitas pengomposan dengan mengendalikan parameter ini dengan margin kesalahan 5% menggunakan pengontrol logika fuzzy [2]. Demikian pula, integrasi mikrokontroler dalam prototipe pengomposan memungkinkan pemrosesan limbah organik secara terus menerus, seperti yang terlihat dalam sistem yang memproses 3 kg limbah setiap hari, menjaga kondisi aerobik melalui aliran udara yang terkontrol dan pengadukan material, menghasilkan kompos yang stabil dan tidak berbau [3] [4]. Selain itu, penggabungan teknologi Internet of Things (IoT) memfasilitasi pemantauan dan kontrol jarak jauh, meningkatkan kenyamanan pengguna dan efisiensi sistem. Misalnya, mesin pengomposan otomatis dengan kemampuan IoT tidak hanya mengurangi volume limbah makanan hingga 90% tetapi juga memberikan pembaruan real-time kepada pengguna, memastikan prosesnya efisien dan ramah pengguna[5]. Selain itu, penggunaan bioaktivator seperti EM4 dalam hubungannya dengan sistem mikrokontroler telah terbukti mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan kualitas produk akhir, sebagaimana dibuktikan oleh sistem yang mempertahankan suhu dan tingkat pH optimal untuk pertumbuhan mikroba[10]. Kemajuan dalam teknologi pengomposan otomatis ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dekomposisi limbah organik tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi limbah TPA dan memproduksi kompos berkualitas tinggi untuk keperluan pertanian[9]. Secara keseluruhan, integrasi mikrokontroler dan teknologi sensor canggih dalam sistem pengomposan



merupakan langkah maju yang signifikan dalam pengelolaan limbah dan pertanian berkelanjutan, mengatasi tantangan limbah perkotaan dan kebutuhan untuk daur ulang sumber daya yang efisien[1] [9].

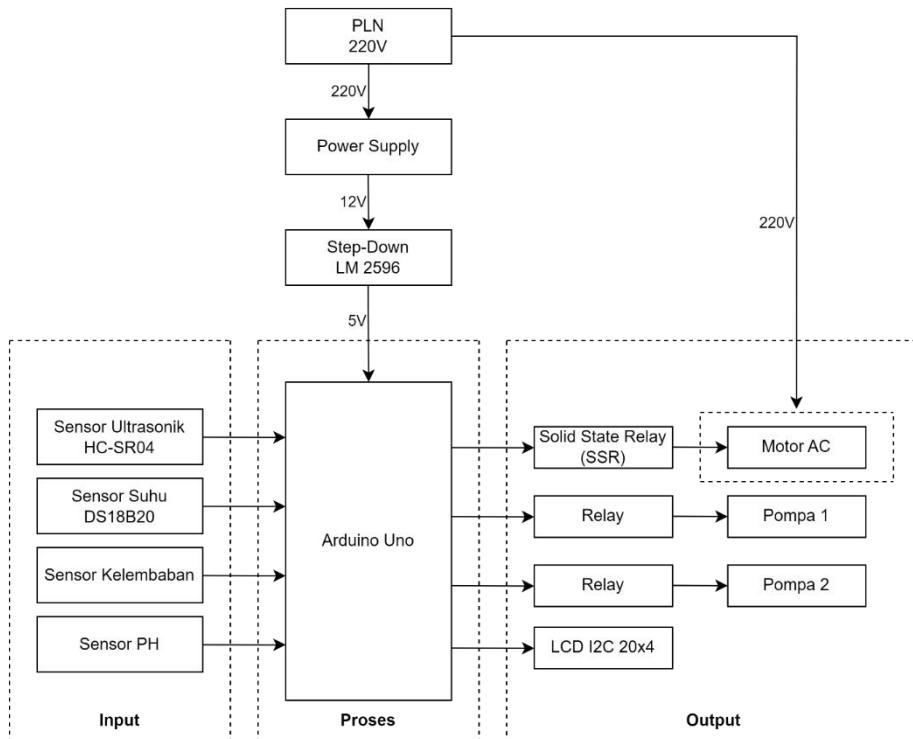
Masalah-masalah tersebut berasal dari parameter-parameter penentunya, seperti suhu, kelembaban, serta pH. Suhu yang tidak optimal dapat memperlambat aktivitas mikroba pengurai, sedangkan kelembaban yang tidak tepat dapat mengakibatkan pembusukan atau bahkan kondisi anaerobik yang menghasilkan bau tidak sedap. Selain itu, pH tanah yang tidak seimbang juga dapat menghambat aktivitas mikroba pengurai yang penting dalam proses dekomposisi. Semua faktor ini harus diperhatikan secara teliti dan diatur dengan baik selama proses pembuatan kompos untuk memastikan hasil akhir yang berkualitas. Dengan demikian, diharapkan alat ini dapat membantu mengatasi permasalahan sampah rumah tangga yang menumpuk serta mempermudah proses pengolahan sampah organik menjadi pupuk kompos, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Alat ini juga diharapkan dapat meningkatkan keberhasilan pembuatan pupuk kompos yang berkualitas. Dengan pemantauan suhu, kelembaban, dan pH yang akurat, proses dekomposisi dapat berlangsung secara optimal, menghasilkan pupuk kompos yang lebih baik dan efisien.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini mencakup tahapan perancangan mekanik, perancangan elektronik, dan perancangan perangkat lunak (software), disertai proses pengujian kinerja alat. Seluruh tahapan dirancang untuk menghasilkan sistem komposter otomatis berbasis Arduino Uno yang mampu memantau suhu, kelembaban, dan pH secara real-time.

2.1 Desain Sistem

Gambar 1 merupakan diagram blok sistem komposter otomatis. Sistem ini terdiri dari tiga blok utama, yaitu *input*, *proses*, dan *output*. Sensor HC-SR04, DS18B20, sensor kelembaban, dan sensor pH berfungsi sebagai *input*. Arduino Uno bertindak sebagai *controller*, sementara Motor AC, pompa cairan, dan LCD I2C 20x4 menjadi komponen *output*.



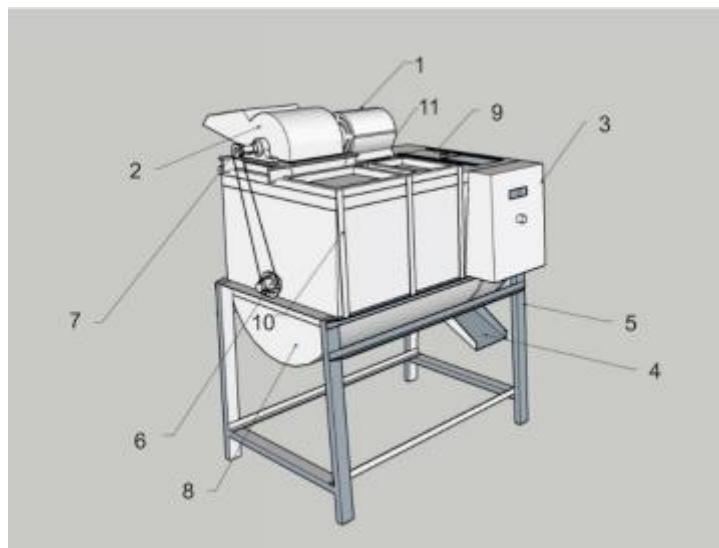
Gambar 1 : Diagram Blok Sistem



Alat ini beroperasi menggunakan tegangan 220VAC yang dikonversi menjadi 12VDC melalui *power supply*, kemudian diturunkan lagi menjadi 5VDC menggunakan modul *step-down* LM2596. Terdapat empat sensor yang digunakan untuk memantau parameter kritis dalam pembuatan pupuk kompos. Sensor Ultrasonik HC-SR04 berfungsi mendeteksi sampah organik yang akan dicacah dalam jarak tertentu menggunakan gelombang ultrasonik. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu di dalam tabung pengaduk selama proses pengomposan. Sensor Kelembaban tanah berfungsi mengukur kadar kelembaban pupuk selama proses pengomposan. Sementara itu, Sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan pupuk selama proses tersebut. Data dari keempat sensor ini dikirimkan ke mikrokontroler Arduino Uno di Blok Proses untuk diolah. Arduino Uno menerima tegangan 5V dari modul *Step-down* LM2596, yang sebelumnya menurunkan tegangan dari 12V menjadi 5V. Arduino Uno kemudian mengolah data yang diterima dari sensor-sensor tersebut dan mengambil keputusan berdasarkan program yang telah diimplementasikan di dalamnya. Hasil pemrosesan data ini dikirimkan ke Blok Output, di mana Arduino Uno mengontrol berbagai perangkat seperti *Solid State Relay* (SSR) untuk Motor AC, Relay untuk Pompa 1 dan Pompa 2, serta LCD I2C 20x4 yang digunakan untuk menampilkan informasi hasil pengukuran dari sensor-sensor.

2.2 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik merupakan tahap awal dalam pengembangan alat pengolahan sampah organik menjadi pupuk kompos. Tujuan dari perancangan mekanik ini adalah untuk memudahkan proses selanjutnya dalam pengembangan alat. Penjelasan rinci mengenai desain prototipe tiga dimensi dari alat pencacah sampah organik ini dapat ditemukan dalam perancangan mekanik. Proses pembuatan desain mekanik dilakukan menggunakan perangkat lunak SketchUp. Perancangan mekanik alat ini dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu bagian pencacahan serta bagian pengadukan dan pengomposan. Untuk memperjelas perancangan mekanik dari alat ini, masing-masing bagian akan dijelaskan secara lebih detail pada Gambar 2 berikut.



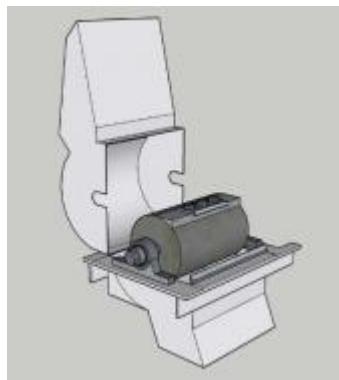
Gambar 2 : Perancangan Mekanik Keseluruhan

Berikut merupakan penjelasan terperinci dari bagian-bagian alat.

1. Motor AC
2. *Chopper* / Pencacah
3. Box komponen
4. Hopper output
5. Rangka utama
6. Shaft gearbox



7. Pulley
8. Tabung pengaduk
9. Input material kontrol
10. Bracket dudukan chopper
11. Tabung penampung cairan



Gambar 3 : Perancangan Mekanik Bagian Pencacah

Gambar 3 menunjukkan perancangan mekanik dari bagian pencacah alat. Pada bagian ini, terdapat input hopper atau corong, tabung besi, serta mata pisau crusher. Input hopper digunakan sebagai corong untuk memasukkan sampah ke dalam pencacah. Tabung besi berfungsi sebagai tempat melekatnya mata pisau crusher, dengan ukuran tabung yang digunakan yaitu diameter 8 cm dan panjang 13 cm. Mata pisau crusher adalah pisau yang digunakan untuk mencacah sampah. Pertimbangan pemilihan mata pisau crusher didasarkan pada kekuatannya yang mampu mencacah sampah organik dengan tekstur cukup keras dalam waktu yang relatif cepat. Ukuran mata pisau crusher yang digunakan adalah 8x4 cm.

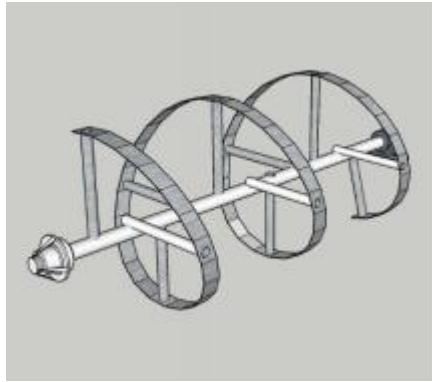


Gambar 4: Perancangan Mekanik Bagian Pengadukan

Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan perancangan mekanik dari bagian pengadukan alat. Pada bagian ini, terdapat kontrol input material, tabung penampungan cairan, gagang pengaduk, v-belt, serta kotak komponen yang ditempelkan di bagian depan tabung pengaduk. Kontrol input material adalah pintu geser yang digunakan untuk memasukkan tanah saat proses pengadukan berlangsung, dengan tujuan mengikat air berlebih dari sampah organik yang telah dicacah. Tabung penampungan cairan berfungsi sebagai tempat penyimpanan air tetes tebu dan EM4, dua cairan yang diperlukan dalam pembuatan kompos. Gagang pengaduk digunakan untuk mengaduk sampah yang telah dicampur dengan tanah, dengan desain melingkar dan tiga lingkaran agar bahan kompos dapat teraduk sempurna. V-belt digunakan untuk menghubungkan pulley pada bagian pencacah dengan pulley pada bagian pengaduk, sehingga hanya satu mesin Motor AC yang digunakan untuk meminimalkan daya yang diperlukan.



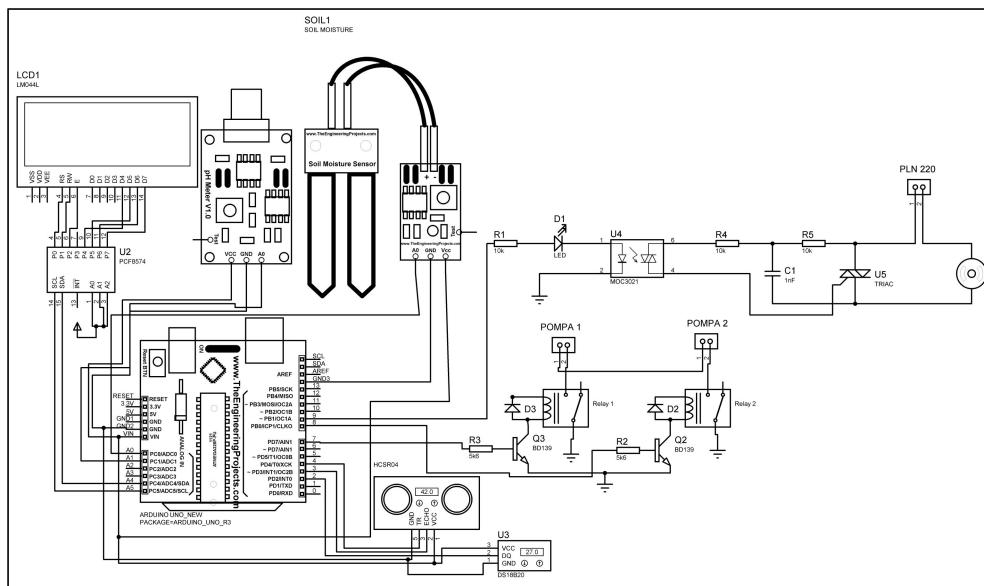
Terakhir, terdapat kotak komponen yang digunakan untuk menempatkan seluruh komponen elektrik, sehingga memudahkan perbaikan dan membuatnya lebih terorganisir.



Gambar 5 : Perancangan Mekanik Gagang Pengaduk

2.3 Perancangan Elektronik

Perancangan elektronik pada sistem komposter otomatis ini mengintegrasikan beberapa sensor, aktuator, dan modul kendali yang bekerja secara sinergis untuk melakukan proses pengomposan secara otomatis ditunjukkan pada Gambar 6. Arduino Uno berperan sebagai pusat pengendali (main controller) yang menerima sinyal dari sensor HC-SR04, sensor kelembapan tanah, sensor suhu DS18B20, dan sensor pH. Seluruh sensor dihubungkan ke pin digital dan analog Arduino sesuai karakteristik masing-masing: sensor ultrasonik melalui pin trigger-echo, sensor kelembapan melalui input analog, sedangkan sensor DS18B20 menggunakan protokol One-Wire melalui satu jalur data. Untuk menampilkan data suhu, kelembapan, dan pH secara real time, digunakan LCD I2C 20×4 yang terhubung melalui jalur SDA dan SCL, sehingga efisien dalam penggunaan pin dan mempermudah komunikasi dua arah dengan Arduino.



Gambar 6. Perancangan Elektronik Keseluruhan

Aktuator utama yang digunakan adalah dua pompa DC 5V dan satu motor AC. Kedua pompa DC dikendalikan menggunakan rangkaian relay driver berbasis transistor NPN, yang berfungsi menguatkan arus dari sinyal kontrol Arduino sehingga dapat mengaktifkan kumparan relay. Masing-masing relay dilengkapi dioda flyback

Mila Fauziyah : Sistem Komposter Rumah Tangga....

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



untuk mencegah lonjakan tegangan balik yang dapat merusak transistor maupun Arduino. Motor AC dikendalikan menggunakan Solid State Relay (SSR), yang menawarkan keunggulan kecepatan switching tinggi serta isolasi yang aman ketika mengontrol beban AC 220V. SSR menerima sinyal kontrol dari Arduino pada level 5V, kemudian mengaktifkan TRIAC internal untuk menyalurkan daya menuju motor AC, memastikan proses pencacahan dan pengadukan berlangsung stabil serta aman dari interferensi listrik.

Untuk memenuhi kebutuhan daya sistem, rangkaian catu daya terdiri atas power supply switching 12VDC, yang kemudian diturunkan menjadi 5VDC menggunakan modul step-down LM2596 sebagai sumber bagi Arduino dan sensor. Stabilitas tegangan ini penting untuk mencegah error pembacaan sensor dan fluktuasi kinerja aktuator. Semua komponen elektronik dirancang dengan memperhatikan alur arus, kebutuhan isolasi, dan pengaman beban induktif. Integrasi keseluruhan sistem elektronik ini memungkinkan proses pengomposan berjalan otomatis berdasarkan kondisi yang dibaca sensor, sehingga meningkatkan efisiensi, keamanan, dan reliabilitas alat secara keseluruhan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Kinerja Sistem

Pengujian awal dilakukan dengan menggunakan 5 kg sampah organik campuran guna mengevaluasi kestabilan fungsi deteksi dan otomatisasi sistem komposter berbasis Arduino Uno. Sensor ultrasonik HC-SR04 berhasil membaca keberadaan sampah secara konsisten pada jarak 5 cm, sehingga pemicu awal proses pencacahan dapat berjalan tanpa kesalahan deteksi. Keberhasilan deteksi awal ini menjadi faktor penting, karena seluruh rangkaian proses pencacahan, penyemprotan cairan aktivator, dan pengadukan bergantung pada akurasi sinyal dari sensor ultrasonik. Dalam seluruh skenario uji, delay pembacaan sensor relatif stabil dan tidak menunjukkan lonjakan noise, sehingga valid untuk digunakan pada lingkungan komposter yang bersifat lembap.

Pada tahapan pencacahan, Motor AC bekerja sepanjang 3 menit sesuai rancangan logika kontrol. Durasi ini terbukti cukup untuk menghasilkan cacahan sampah dengan ukuran relatif seragam, yang selanjutnya mempercepat proses degradasi biologis. Homogenitas ukuran cacahan penting untuk meningkatkan luas permukaan material sehingga mikroorganisme dapat bekerja lebih efektif. Selain itu, motor tidak menunjukkan tanda-tanda overheating atau penurunan torsi, menandakan bahwa kapasitas daya dan sistem transmisi mekanik bekerja dengan baik dalam menangani beban pencacahan selama proses berlangsung.

Selanjutnya, dua pompa DC 5V diuji dalam fase penyemprotan cairan aktivator. Pompa air-tetes tebu menunjukkan pola aktivasi yang stabil dengan durasi 50 detik, menghasilkan aliran cairan yang merata di seluruh bagian wadah pencampur. Pompa EM4 diaktifkan selama 2 detik, sesuai dengan kebutuhan volume aktivator yang lebih kecil namun bersifat sangat efektif membantu proses fermentasi awal. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kedua pompa merespons sinyal kontrol Arduino tanpa delay berarti, dan tidak ditemukan indikasi sumbatan maupun penurunan performa debit cairan selama pengujian. Hal ini menegaskan bahwa sistem pompa mampu bekerja secara presisi sesuai durasi yang telah ditentukan.

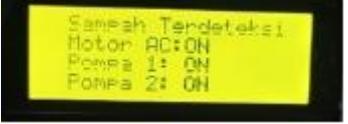
Berikutnya, hasil pengujian lebih rinci mengenai proses pencacahan dan pengadukan dituangkan dalam Tabel I dan Tabel II, yang masing-masing menggambarkan parameter waktu, performa mekanik, serta stabilitas aktuator selama proses berlangsung. Selain itu, Gambar 7 menyajikan ilustrasi visual atau grafik hasil uji yang memperlihatkan hubungan antara waktu proses, respon aktuator, dan kualitas output pencacahan. Kombinasi penyajian data melalui tabel dan grafik ini memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai kinerja keseluruhan sistem, serta menunjukkan bahwa komposter otomatis mampu beroperasi dengan stabil dan menghasilkan kualitas kompos yang lebih konsisten dibandingkan metode manual.



Tabel I : Hasil dari Proses Pencacah dan Pengaduk

Kondisi Sampah	Kondisi HC-SR04	Pompa 1& 2	Motor AC	Pembacaan Parameter		
				Suhu	Kelembaban	pH Tanah
Sampah masuk	Sampah terdeteksi	ON	ON			
Sampah selesai	Lanjut ke tampilan pembacaan parameter	OFF	Lanjut ke tampilan pembacaan parameter	25.90°C	49%	4.53

Tabel II : Tampilan LCD saat Proses Pencacah dan Pengaduk

Keterangan	Tampilan LCD
Tampilan saat awak sistem mulai	
Tampilan saat sampah terdeteksi	
Tampilan saat pompa dalam keadaan off	
Tampilan pengamatan parameter	





Gambar 7 : Proses Pengomposan dengan Pemantauan Parameter Penentu

Berikut ini merupakan data yang diperoleh dari hasil pengujian proses pengomposan dengan pemantauan parameter penentu yang akan ditunjukkan pada Tabel III berikut ini.

Tabel III : Hasil Pengujian dari Proses Pengomposan dengan Pengamatan Parameter Penentu

Pembacaan Kelembaban oleh Sensor	Kondisi Pompa 1	Kondisi Motor AC	Tampilan di LCD
<40 %	ON	OFF	<p>Suhu: 25.90 eH: 4.39 Kelembaban: 38% Pompa 1: ON Motor AC: OFF</p>
40 – 60 %	OFF	OFF	<p>Suhu: 25.90 eH: 4.46 Kelembaban: 49% Pompa 1: OFF Motor AC: OFF</p>
>60 %	OFF	ON	<p>Suhu: 25.90 eH: 4.53 Kelembaban: 79% Pompa 1: OFF Motor AC: ON</p>



Pada fase fermentasi, pengujian sensor DS18B20 menunjukkan bahwa suhu kompos berada pada rentang 32–45°C. Rentang ini termasuk fase termofilik ringan yang mendukung aktivitas mikroorganisme tanpa risiko overheating. Sensor kelembapan tanah mampu membaca kadar air secara real-time dan mengendalikan aktuator sesuai batas yang telah ditentukan. Sistem mempertahankan tingkat kelembapan kompos pada rentang 40–60%, yaitu rentang optimal untuk proses pengomposan aerobik. Ketika kelembapan turun di bawah 40%, pompa air otomatis aktif; sebaliknya, ketika nilai kelembapan melebihi 60%, motor pengaduk bekerja secara otomatis untuk menormalkan kondisi material.

Pengujian sensor pH tanah menunjukkan nilai pH awal berada pada rentang 5.8–6.2, kemudian secara bertahap meningkat hingga mencapai 6.5–7.2 pada fase akhir proses. Nilai ini menunjukkan kompos telah mencapai kondisi matang karena pH mendekati netral, sesuai karakteristik kompos yang layak digunakan untuk pemupukan. Selain itu, tampilan LCD I2C 20×4 bekerja dengan baik dalam menampilkan parameter suhu, kelembapan, dan pH secara real-time tanpa delay yang signifikan. Secara umum, keseluruhan sistem menunjukkan kestabilan operasi dan mampu menyelesaikan proses pengomposan lebih cepat dibandingkan metode manual.

3.2. Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa integrasi sensor dan aktuator berbasis Arduino Uno memberikan peningkatan signifikan terhadap efisiensi dan konsistensi proses pengomposan. Pencacahan sampah selama 3 menit menghasilkan ukuran partikel kecil dan homogen, yang memperluas permukaan kontak sehingga mempercepat aktivitas mikroorganisme. Penyemprotan otomatis cairan EM4 dan tetes tebu pada durasi terkontrol membantu memulai fermentasi dengan lebih cepat dibanding pemberian manual, yang sering kali tidak seragam volumenya. Pengaturan durasi cairan yang relatif singkat (50 detik dan 2 detik) terbukti sudah cukup untuk memastikan distribusi merata tanpa menyebabkan kelebihan cairan pada wadah komposter.

Kontrol kelembapan otomatis terbukti sangat krusial dalam menjaga proses pada kondisi aerobik. Rentang 40–60% yang berhasil dipertahankan oleh alat merupakan kondisi ideal yang memungkinkan bakteri pengurai bekerja secara optimal. Ketika kelembapan terlalu tinggi, motor pengaduk mengurangi penumpukan air dan meningkatkan aerasi bahan kompos; sedangkan ketika kelembapan terlalu rendah, penambahan air dilakukan sesuai kebutuhan. Mekanisme ini menggantikan intervensi manual yang selama ini menjadi sumber ketidakstabilan proses pengomposan tradisional. Begitu pula dengan pembacaan suhu 32–45°C, yang menunjukkan bahwa proses berjalan stabil tanpa mencapai suhu ekstrem yang dapat mematikan mikroorganisme pengurai.

Peningkatan nilai pH menuju kondisi netral (6.5–7.2) menunjukkan bahwa alat mampu mengelola fase dekomposisi dengan baik. Hal ini mengindikasikan bahwa proses biokimia berjalan sesuai alur normal komposisasi aerobik, di mana asam organik yang terbentuk pada awal proses secara bertahap diuraikan menjadi senyawa yang lebih stabil. Secara keseluruhan, alat ini menunjukkan reliabilitas yang baik, pengoperasian yang sederhana, serta efisiensi lebih tinggi daripada metode pengomposan manual. Dengan kemampuan memantau kondisi kompos secara real-time dan melakukan koreksi otomatis, sistem ini dapat digunakan pada skala rumah tangga maupun komunitas kecil untuk mengurangi volume sampah organik sekaligus menghasilkan kompos berkualitas.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan komposter otomatis berbasis Arduino Uno yang mampu mengintegrasikan proses pencacahan, penyemprotan cairan aktivator, serta pemantauan parameter lingkungan secara real-time. Sistem sensor yang terdiri dari HC-SR04, DS18B20, soil moisture sensor, dan sensor pH bekerja secara responsif dan akurat dalam mendeteksi kondisi kompos, sehingga seluruh proses pengomposan dapat berlangsung secara otomatis tanpa membutuhkan intervensi manual yang berlebihan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor AC mampu melakukan pencacahan sampah organik sebanyak 5 kg dalam durasi 3 menit dengan hasil yang seragam. Sistem penyemprotan cairan aktivator juga menunjukkan performa yang stabil, di mana pompa air–tetes tebu beroperasi selama 50 detik dan pompa EM4 selama 2 detik



9 772356 000309

dengan debit aliran yang konsisten. Selain itu, pemantauan suhu, kelembapan, dan pH menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan kondisi ideal pengomposan, yaitu suhu 32–45°C, kelembapan 40–60%, serta pH akhir 6.5–7.2 yang menandakan kompos telah mencapai tingkat kematangan.

Secara keseluruhan, komposter otomatis ini terbukti meningkatkan efisiensi proses pengomposan dibandingkan metode manual, baik dari aspek waktu, konsistensi parameter lingkungan, maupun kualitas kompos yang dihasilkan. Sistem berbasis mikrokontroler ini memungkinkan pengolahan sampah organik di tingkat rumah tangga atau komunitas kecil menjadi lebih praktis, higienis, dan terukur. Dengan demikian, alat ini berpotensi menjadi solusi berkelanjutan dalam pengurangan volume sampah organik sekaligus mendukung pemanfaatan kompos untuk pertanian dan penghijauan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Veizaga Balta, G. Vega Torrejón, and J. C. Colque Ayaviri, "Monitoreo y control de compostaje automatizado basadas en microcontroladores Raspberry pi, sensores de gases, temperatura, pH, humedad y placas de desarrollo," *Journal boliviano de ciencias*, vol. 21, no. 57, pp. 75–93, Jun. 2025, doi: 10.52428/20758944.v21i57.1326.
- [2] A. A. C. Illahi, M. A. Co, J. R. Go, F. J. Magallanes, and J. M. Vong, "Development of an Automated Microcontroller-based In-Vessel Composting System for the Household Setting," pp. 323–327, Oct. 2023, doi: 10.1109/gcce59613.2023.10315421.
- [3] R. Longoria Ramírez, M. A. Oliver Salazar, J. Torres Sandoval, J. L. González Rubio Sandoval, and G. M. Méndez, "Diseño, construcción y prueba de un prototipo automático para compostaje," *Revista Facultad De Ingeniería-universidad De Antioquia*, no. 70, pp. 185–196, Feb. 2014, [Online]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302014000100018.
- [4] R. Longoria Ramírez, M. A. Oliver Salazar, J. Torres Sandoval, J. L. González Rubio Sandoval, and G. M. Méndez, "Design, Construction and Tests of an Automatic Prototype for Composting", doi: 10.17533/udea.redin.18662.
- [5] N. A. Fakharulrazi *et al.*, "Designing an Automated Composter for Food Waste Management with the Implementation of Internet of Things," vol. 1, no. 2, pp. 9–14, Dec. 2020, doi: 10.30880/JSUNR.2020.01.02.002.
- [6] R. Longoria Ramírez, M. A. Oliver Salazar, J. Sandoval, J. Sandoval, and G. M. Méndez, "Design, construction and tests of an automatic prototype for composting," *Revista Facultad De Ingeniería-universidad De Antioquia*, no. 70, pp. 185–196, Feb. 2014.
- [7] L. Khakim and E. Budihartono, "Alat Pengolah Limbah Rumah Tangga Menjadi Kompos Berbasis Mikrokontroler," Sep. 2023, doi: 10.34010/komputika.v12i2.10616.
- [8] M. S. Barcelon, A. A. Orilla, J. A. Mahilum, and J. J. Adtoon, "Automated Vermiculture Monitoring and Compost Segregating System using Microcontrollers," *International Symposium on Bioinformatics Research and Applications*, Dec. 2019, doi: 10.1145/3383783.3383786.
- [9] F. S. Diaz-Quinto, F. C. Vilchez-Villaverde, A. G. P. Ramos-Porta, M. M. Beraún-Espíritu, M. A. Arellano-Vilchez, and A. H. Gamarra-Moreno, "Composting Machine Design and Automation: Agricultural and Environmental Implications," pp. 1–6, Nov. 2023, doi: 10.1109/ieeeconf58110.2023.10520603.
- [10] M. Miswan, "Implementasi internet of things pada pengolah sampah organik rumah tangga menggunakan metode anaerob dengan penambahan bioaktivator em4," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, Feb. 2024, doi: 10.26798/jiko.v8i1.1127.

