

# Sistem Otomatis Untuk Composting Daun Berbasis Internet Of Things

Abiyu Bangun Anggito<sup>1</sup>, Ananda Danis Ardiansyah<sup>2</sup>, Arkan Dhiya Hafisa<sup>3</sup>, Dr. Eng. Faisal Budiman, S.T., M.Sc<sup>4</sup>,  
Brahmantya Aji Pramudita, S.Si, M.Eng.<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektro  
Bandung

<sup>1</sup>abiybangn@student.telkomuniversity.a  
c.id

<sup>2</sup> Teknik Elektro  
Bandung

<sup>2</sup>anandadanis0707@student.telkomuniversity.  
ac.id

<sup>3</sup>Teknik Elektro  
Bandung

<sup>3\*</sup>arkanhafisa@student.telkomuniversity.a  
c.id

<sup>4</sup>Teknik Elektro  
Bandung

<sup>4</sup>faisalbudiman@.telkomuniversity.ac.id

<sup>5\*</sup>Teknik Elektro  
Bandung

brahmantyaajip@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**— Limbah daun yang berjatuhan di lingkungan Universitas Telkom belum dimanfaatkan secara efisien, dan proses pengolahan kompos manual menjadi kendala utama. Ketergantungan pada pupuk anorganik yang tidak ramah lingkungan memperparah permasalahan ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatis composting daun dengan memanfaatkan teknologi dua sensor yaitu sensor kelembapan dan sensor pH dan kontrol otomatis. Sistem ini dirancang untuk memantau tingkat pH daun dan kelembapan daun yang akan mengatur kondisi composting secara otomatis, guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengolahan daun menjadi pupuk kompos. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem otomatis ini dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas pupuk kompos secara signifikan. Dengan adanya sistem ini, pengelolaan limbah daun di Universitas Telkom menjadi lebih efisien dan ramah lingkungan, serta mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik. Kesimpulannya, sistem otomatis composting daun merupakan solusi efektif untuk pengelolaan limbah daun yang lebih berkelanjutan.

**Kata kunci**— Sampah daun, Composting daun, Sistem Otomatis, Pupuk Kompos, Sensor pH, Sensor Kelembapan

**Abstract**— Leaf waste in Telkom University has not been utilized efficiently, and the manual composting process is a major obstacle. Dependence on inorganic fertilizers that are not environmentally friendly exacerbates this problem. This research aims to develop an automatic leaf composting system by utilizing the technology of two sensors namely humidity sensor and pH sensor and automatic control. This system is designed to monitor the pH level of the leaves and the humidity of the leaves which will automatically regulate the composting conditions, in order to increase the efficiency and effectiveness of processing leaves into compost. The results show that the use of this automated system can significantly improve the productivity and quality of compost. With this system, leaf waste management at Telkom University becomes more efficient and environmentally friendly, and reduces dependence on inorganic fertilizers. In conclusion, an automated leaf composting system is an effective solution for more sustainable leaf waste management.

**Keywords**— Leaf waste, Leaf Composting, Automatic System, Compost Fertilizer, pH Sensor, Humidity Sensor

## I. PENDAHULUAN

Rendahnya masyarakat Indonesia mengenai 3R (reduce, reuse, & recycle) menyebabkan banyak sampah masih terlantar, contohnya adalah sampah daun yang seringkali kita jumpai berserakan di halaman rumah [1]. Mengenai hal ini masyarakat cenderung abai dan kebanyakan masyarakat menyelesaikan masalah sampah daun ini dengan membakarnya di ruangan terbuka, hal ini justru menyebabkan polusi udara hingga pemanasan global jika dilakukan secara massal [1]. Cara ini justru menimbulkan polusi udara yang ujung-ujungnya merusak kestabilan ekosistem, oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah mengetahui cara mengolah sampah daun menjadi pupuk kompos dengan metode composting [1]. Pemanfaatan sampah organik sudah banyak dilakukan dan dimanfaatkan untuk kebutuhan di pertanian atau sebagai sumber biogas

[2]. Dipertanian sampah organik yang berupa dedaunan, tanaman sisa panen, jerami dll, dijadikan sebagai bahan pembuatan pupuk kompos [2]. Pupuk ini digunakan sebagai pupuk penyubur tanah di awal penanaman. Ataupun diperjual belikan sebagai penyubur tanah di lahan terbuka lainnya [2]. Pupuk organik memiliki beberapa keunggulan yaitu kadar unsur hara tinggi, daya higroskopisitasnya atau kemampuan menyerap dan melepaskan serta mudah larut dalam air sehingga mudah diserap oleh tanaman [3]. Pupuk organik diklasifikasikan menjadi dua yaitu pupuk organik padat dan pupuk organik cair (POC). Salah satu pupuk organik padat yaitu pupuk kompos.

Masalah yang dihadapi dalam proses composting daun yang akan dijadikan kompos adalah ketidakmampuan untuk memantau data pH dan kelembapan secara *real-time*, yang sangat penting

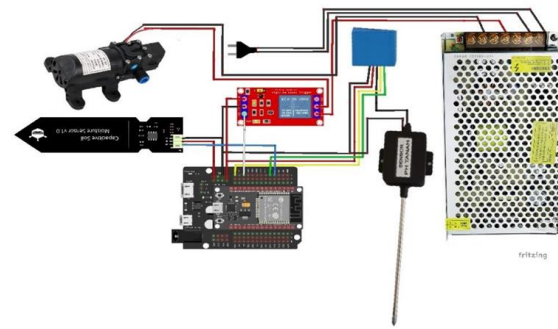
untuk memastikan perkembangan yang optimal. Dalam upaya untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini berfokus pada pengembangan sebuah alat yang mampu menampilkan data pH dan kelembapan selama pengomposan berlangsung. Alat ini dirancang untuk memungkinkan pemantauan baik secara langsung maupun jarak jauh dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT), sehingga memudahkan pengguna dalam memantau perkembangan kompos. Sistem ini menggunakan sensor pH tanah untuk mengukur tingkat keasaman kompos dan sensor kelembapan untuk mendeteksi kadar air pada daun. Sensor-sensor tersebut dihubungkan dengan mikrokontroler arduino uno yang berfungsi untuk mengolah dan mengonversi data sensor menjadi informasi pH dan kelembapan yang dapat dibaca. Data tersebut kemudian dikirimkan ke platform IoT Firebase melalui modul Wi-Fi ESP32, yang berperan sebagai penghubung mikrokontroler dengan internet.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini memiliki fokus pada pengembangan sistem otomatis untuk composting daun berbasis Internet of Things (IoT), yang mengintegrasikan sistem elektronika dengan sistem IoT. Alat ini bertujuan untuk melakukan pemantauan composting daun secara otomatis. Secara umum, metodologi pembuatan alat ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

### 2.1 Pengujian Komponen

Gambar 1 wiring diagram sistem otomatis untuk composting daun ini dilakukan untuk merancang sistem akhir yang bertujuan untuk memantau nilai pH dan kelembapan pada daun yang sudah dicacah pada bak penampungan daun dalam kondisi akan menjadi kompos daun. Perancangan sistem ini mencakup tata letak dan jalur pada setiap modul komponen yang digunakan. Perancangan ini menggunakan komponen utama mikrokontroler ESP32 yang sudah ditancapkan ke ESP32 Expansion Board, sensor pH tanah, modul DMS (Data Measurement System), sensor kelembapan tanah DFRobot Capacitive Soil Moisture, relay, pompa air R13 mini DC 12V, power supply.



Gambar 1. Wiring Diagram

Komponen Elektronika	Tipe/Model	Fungsi
Sensor pH	Depoinovasi Electronics	Pengukur pH dari daun
Sensor Kelembapan	DFRobot Capacitive Soil Moisture	Pengukur kelembapan dari daun
Mikrokontroler	Esp32	Mempermudah pengguna dalam membuat berbagai sistem aplikasi dan proyek berbasis IoT
Water Pump	Mini Water Pump 12V	Untuk mempercepat proses pengomposan

Proses kalibrasi dan penyesuaian pada alat yang sudah dirangkai menjadi satu terbagi menjadi dua, yaitu:

1. Kalibrasi yang dilakukan pada sensor pH guna mencari besar persentase galat, hasil galat yang didapat kemudian dijadikan faktor koreksi pada pembacaan sensor pH yang akan digunakan untuk membaca nilai pH dari proses pengomposan daun, adapun presentasi galat dihitung menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$\% \text{ error} = \frac{\text{jarak sebenarnya} - \text{jarak sensor}}{\text{jarak sebenarnya}} \times 100\% \dots\dots (1)$$

2. Persamaan (2) berguna untuk menghitung seberapa efisien sistem otomatis untuk composting daun. Adapun rumus dari persamaan (2) untuk menghitung efisiensi sistem otomatis untuk composting daun sebagai berikut:

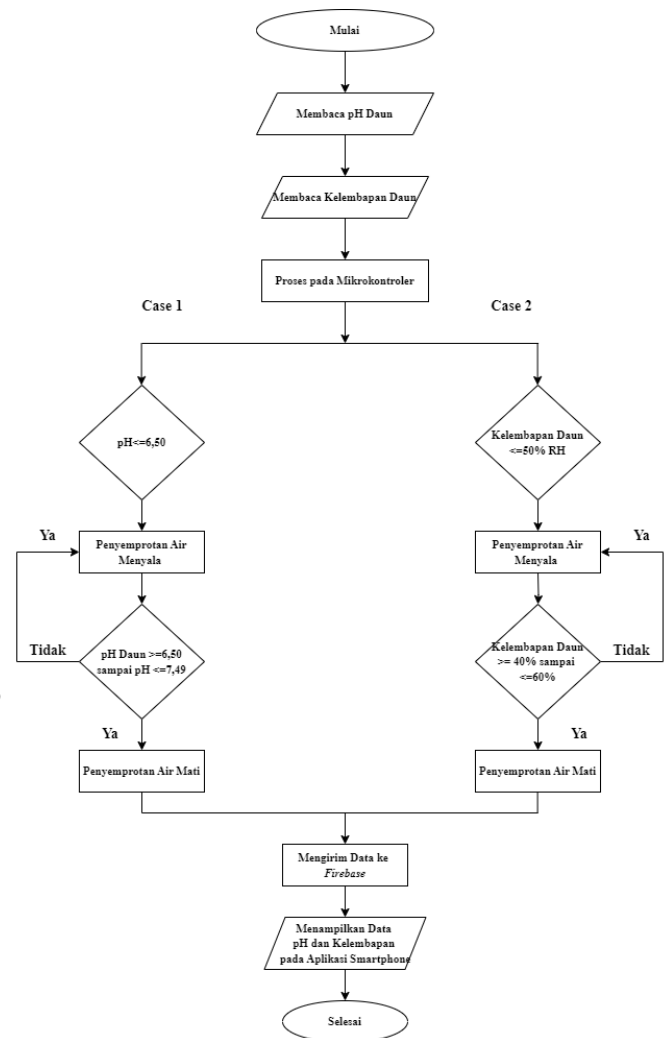
$$100\% - \text{Nilai error} = \dots\dots (2)$$

### 2.2 Alur Sistem

Gambar 2 merupakan diagram alur atau flowchart sistem dengan alur proses dimulai dengan inputnya yaitu membaca pH dan kelembapan daun yang sudah

dicacah menggunakan sensor, kemudian akan melakukan proses pada mikrokontroler yang akan menghasilkan data nilai pH dan kelembapan melalui sensor pH untuk mengukur pH daun dan sensor kelembapan untuk mengukur kelembapan daun. Data ini kemudian diakuisisi oleh unit kontrol sebelum melanjutkan ke dua kondisi berbeda. Kondisi yang pertama yaitu jika nilai pH pada daun di nilai pH sebesar  $\leq 6,50$  akan menunjukkan "ya", maka penyemprotan air yang dicampur dengan air alkali akan menyala. Kemudian jika nilai kelembapan pada daun di nilai kelembapan sebesar  $\leq 40\%$  akan menunjukkan "ya", maka penyemprotan air yang dicampur dengan air alkali akan menyala.

Pada kondisi yang kedua yaitu jika nilai pH pada daun  $\text{pH} \geq 6,50$  sampai  $\text{pH} \leq 7,49$  akan menunjukkan "tidak", penyemprotan air akan mati. Dan jika nilai kelembapan pada daun  $40\%$  sampai  $60\%$  RH akan menunjukkan "ya", penyemprotan air akan mati. Proses ini melibatkan penyemprotan air dan akan adanya proses pengiriman data ke Cloud IoT. Selanjutnya, data yang dikumpulkan dari proses ini akan disimpan di cloud untuk pemantauan dan analisis akan menampilkan data pH dan kelembapan pada daun. Pengguna dapat mengakses data ini pada aplikasi *smartphone* yang memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi daun dan sistem penyemprotan.

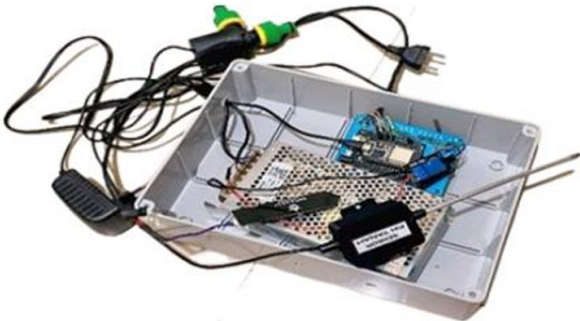


Gambar 2. Diagram Alur Sistem

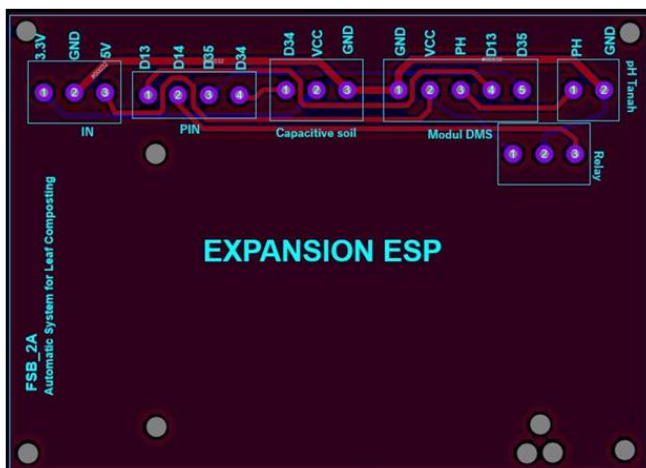
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3 pada hasil perancangan alat sistem otomatis untuk composting daun, dilakukan perancangan sistem akhir yang bertujuan untuk dapat memantau nilai pH dan kelembapan pada daun yang sudah dicacah pada bak penampungan daun dalam kondisi akan menjadi kompos daun. Perancangan sistem ini mencakup tata letak dan jalur pada setiap modul komponen yang digunakan, bisa dilihat pada gambar 4. perancangan ini menggunakan komponen utama mikrokontroler ESP32 yang sudah ditancapkan ke ESP32 Expansion Board, sensor pH tanah, modul DMS (Data Measurement System), sensor kelembapan tanah DFRobot Capacitive Soil Moisture, relay, pompa air R13 mini DC 12V, power supply. Tujuan dari

perancangan sistem ini adalah untuk memastikan bahwa setiap komponen ditempatkan dengan tepat dalam sistem sehingga dapat berfungsi secara efektif. Untuk memantau nilai pH dan kelembapan daun, sensor-sensor dan aktuator telah melalui proses pengujian yang bisa dilihat pada sub-sistem sensor dan sub-sistem aktuator. Selanjutnya dilakukan pembuatan Printed Circuit Board (PCB) untuk integrasi akhir semua komponen. Dapat dilihat pada Gambar 4. merupakan design PCB yang dibuat di software proteus.



Gambar 3. Hasil Perancangan Alat

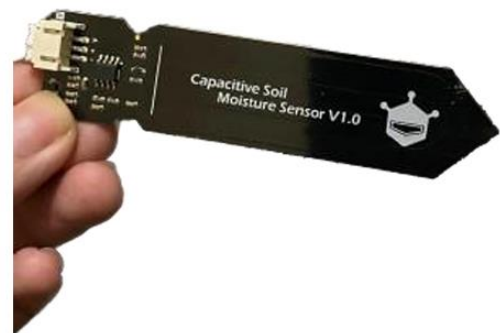


Gambar 4. Design PCB pada Proteus

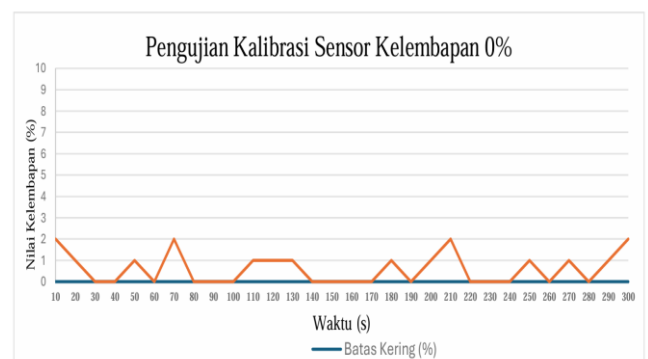
Gambar 5,6,7 dan 8 yaitu hasil pengujian pada dua kondisi sampel, yaitu kondisi kering (0% kelembapan) saat sensor diletakkan di udara, dan kondisi lembap (100% kelembapan) saat sensor diletakkan di dalam air dalam wadah, terlihat pada kedua grafik di atas. Dari pengujian ini, diperoleh rata-rata nilai error sensor kelembapan 4 sebesar 0,60% pada kondisi kering, dan 0,43% pada kondisi lembap. Secara keseluruhan, rata-rata nilai error sensor kelembapan tanah dari kedua kondisi ini adalah  $\pm 0,52\%$ , yang menunjukkan bahwa sensor

memiliki tingkat akurasi sebesar  $\pm 99,48\%$ . Ini berarti bahwa tingkat akurasi pengukuran sensor berada di atas 99%, menggambarkan kinerja yang baik dan kemampuan sensor dalam mengukur kelembapan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Namun demikian, ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan. Pertama, meskipun nilai error pengukuran sekitar  $\pm 0,52\%$  cukup kecil, informasi ini penting untuk memahami batasan error pada sensor kelembapan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu memberikan pengukuran yang konsisten dengan perubahan yang tidak terlalu signifikan. Walaupun hasil awal pengujian menunjukkan kinerja sensor yang baik, pengujian ulang secara berkala tetap diperlukan untuk memastikan sistem tetap beroperasi dengan akurat. Oleh karena itu, pemeliharaan rutin dan pengujian berkala sangat penting untuk menjaga kinerja sistem agar tetap optimal.

- a. Kalibrasi sensor kelembapan tanah dengan batas kering “kelembapan 0%”



Gambar 5. Kalibrasi Sensor Kelembapan 0%



Gambar 6. Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor Kelembapan 0%

- b. Kalibrasi sensor kelembapan tanah dengan batas lembap “kelembapan 100%”



Gambar 7. Kalibrasi Sensor Kelembapan 100%

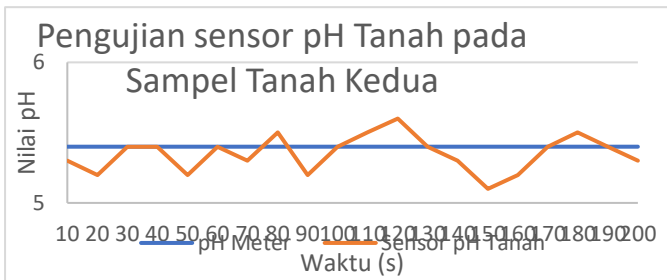
pengujian berkala menjadi langkah penting untuk menjaga kinerja sensor yang optimal.

a. Percobaan sensor pH tanah dengan sampel tanah pertama



Gambar 8. Hasil Pengujian Sensor pH Tanah pada Sampel Tanah Pertama

b. Percobaan sensor pH tanah dengan sampel tanah kedua



Gambar 8. Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor Kelembapan Tanah 100%

Pada gambar 9,10,11,12,13, dan 14 yaitu gambar percobaan sensor dan hasil pengujian dari tiga sampel tanah yang dapat dilihat dibawah dan didapatkan rata-rata nilai error sensor pH tanah pada sampel tanah pertama yaitu 1,29%, nilai error sensor pH tanah pada sampel tanah kedua yaitu 1,80%, dan nilai error sensor pH tanah pada sampel tanah ketiga yaitu 2,44% sehingga menghasilkan rata-rata nilai error sensor pH tanah pada pengukuran tiga sampel tanah sebesar  $\pm 1,84\%$ , menunjukkan bahwa sensor mampu memberikan tingkat akurasi sebesar  $\pm 98,16\%$ , menggambarkan kinerja yang baik dan kemampuan mengukur pH tanah dengan tingkat akurasi yang tinggi. Meskipun demikian, terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan. Pertama, pengukuran sensor dapat mengukur pH tanah dengan nilai error sekitar  $\pm 1,84\%$ , yang menjadi informasi penting untuk memahami batasan error pengukuran pada sensor pH tanah. Nilai pengujian sudah diatur dengan baik dengan perubahan yang tidak terlalu signifikan, hasil pengujian awal menunjukkan sensor bekerjadengan baik namun diperlukan untuk melakukan pengujian ulang secara berkala guna memastikan bahwa sensor pH tanah tetap mengukur dengan lebih akurat. Dengan demikian, pemeliharaan rutin dengan kalibrasi sensor dan



Gambar 9. Percobaan sensor pH tanah dengan sampel Tanah Kedua



Gambar 10. Hasil Pengujian Sensor pH Tanah pada Sampel Tanah Kedua

c. Percobaan sensor pH tanah dengan sampel tanah ketiga

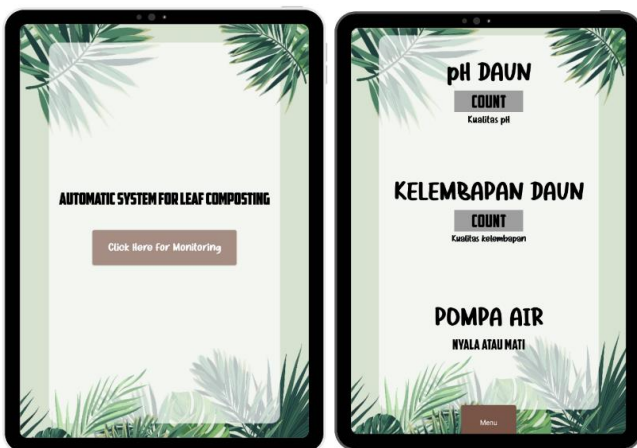
## IV. KESIMPULAN



Gambar 11. Percobaan sensor pH tanah dengan sampel tanah ketiga

Pada screen home *mobile application* akan menampilkan kondisi aplikasi sudah siap untuk dijalankan dengan menunjukan nama produk yaitu “*AUTOMATIC SYSTEM FOR LEAF COMPOSTING*”. Ketika ingin melihat hasil pengukuran pH tanah, kelembapan tanah, dan kondisi aktuator melalui *mobile application* maka silahkan klik tulisan “*Click Here for Monitoring*”. Selanjutnya akan ditampilkan hasil pengukurannya pada *screen monitoring*.

Pada *screen monitoring mobile application* akan menampilkan hasil pengukuran dari produk. Seperti yang ditunjukkan pada gambar diatas, pada screen monitoring ini akan menampilkan hasil pengukuran pH dan kelembapan daun. Tidak hanya menampilkan data hasil pengukuran, namun pada screen ini juga menampilkan kondisi aktuator yaitu pompa air menyala atau mati tergantung dari kondisi nilai pH tanah dan kelembapan tanah sudah mencapai nilai yang ideal atau belum.



Gambar 12. Screen Home Mobile &amp; Screen Monitoring Application

Alat dari sistem otomatis composting daun telah dilakukan pengkalibrasian sensor. Dari pengkalibrasian dan percobaan tersebut didapatkan beberapa kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut.

1. Hasil pengujian sensor pH didapat persentase rata-rata galat sebesar 1,84%.
2. Hasil pengujian sensor Kelembapan didapat persentase rata-rata galat sebesar 0,52%.
3. Hasil pengujian pompa air sudah menunjukkan bahwa menyala atau mati sudah sesuai dengan kondisi dari nilai pH dan kelembapan.
4. Hasil pengujian pengiriman data menunjukkan bahwa data dapat terkirim ke aplikasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatis composting daun dengan menggunakan sensor kelembapan dan pH serta kontrol otomatis. Sistem ini akan memantau dan mengatur kondisi composting secara otomatis untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengolahan daun menjadi pupuk kompos. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem otomatis ini dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas pupuk kompos secara signifikan, serta membuat pengelolaan limbah daun di Universitas Telkom lebih efisien dan ramah lingkungan. Dengan demikian, sistem otomatis composting daun merupakan solusi efektif untuk pengelolaan limbah daun yang lebih berkelanjutan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama, kami ucapkan kepada bapak Dr. Eng. Faisal Budiman, S.T., M.Sc. dan Bapak Brahmantya Aji Pramudita, S.Si, M.Eng, selaku dosen pembimbing kami, atas bimbingan, nasihat, dan dukungannya selama proses penelitian ini. Selanjutnya, keluarga tercinta, atas doa, kasih sayang, dan dukungan moral serta materiil yang tak ternilai selama ini dan semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu. Semoga jurnal ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

## REFERENSI

- [1] Habib, J. S., Yuki, N. Z., Zahrah, S. T., & Rusmawaty, L. (2022). Pengolahan sampah daun menjadi pupuk kompos dengan aktivator nasi aking sebagai pengganti EM4. Kumpulan Karya Tulis Ilmiah Tingkat Nasional, Institut Teknologi Telkom Surabaya, 2022.
- [2] Ekawandani, N., & Alvianingsih. (2018). Efektivitas Kompos Daun Menggunakan EM4 dan Kotoran Sapi. TEDC, 12(2), 145–149..
- [3] Harahap, R., Gusmeizal, & Pane, E. (2020). Effectivity of Cabbage Compost – Banana Weevil Liquid Organic Fertilizer Combination ffor Long Bean Production. Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA), 2(2), 135–143.