

Perancangan Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos berbasis IoT

Farida Hardyanti¹, Pramudi Utomo²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

E-mail: faridahardyan@gmail.com

ABSTRACT

The problem that often occurs in making compost is the level of fertilizer maturity that is not perfect. This is caused by humidity and temperature in the unstable manufacturing process. This article aims to develop a system capable of controlling temperature and humidity as well as monitor changes in the process of compost decomposition wirelessly and describe the results of testing the system. This research uses a development method with several stages, namely: problem identification and needs analysis, design, implementation, and testing. The results show that: (1) a temperature and humidity monitoring system is realized to monitor and regulate the process of making IoT-based compost by utilizing DHT-22 sensor input as a temperature and humidity detector and sensor to detect the pH content of compost processed using Wemos D1 mini. Output data that has been obtained will be sent to the Android smartphone application and in the form of a relay that will activate the heater and cooler as a temperature stabilizer; and (2) the test results show that performance is appropriate, which by manual means has the advantages of: (a) more efficient 2 to 4 weeks; and (b) has automatic and manual control.

Keywords: *Compost, DHT-22, pH sensor, Internet of Things, Blynk*

ABSTRAK

Masalah yang sering terjadi dalam pembuatan pupuk kompos adalah tingkat kematangan pupuk yang tidak sempurna. Hal tersebut disebabkan oleh kelembaban dan suhu dalam proses pembuatan yang tidak stabil. Artikel ini bertujuan untuk mengembangkan sistem yang mampu mengendalikan suhu dan kelembaban serta memantau perubahan proses dekomposisi pupuk kompos secara nirkabel dan mendeskripsikan hasil pengujian sistem tersebut. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan dengan beberapa tahapan, yaitu: identifikasi masalah dan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Hasil menunjukkan bahwa: (1) sistem pemantauan suhu dan kelembaban direalisasikan untuk memantau serta mengatur proses pembuatan pupuk kompos berbasis IoT dengan memanfaatkan input sensor DHT-22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban dan sensor untuk mendeteksi kandungan pH kompos yang diproses menggunakan Wemos D1 mini. Output data yang telah diperoleh akan dikirim ke aplikasi smartphone android dan berupa relay yang akan mengaktifkan pemanas dan pendingin sebagai penyetabil suhu; dan (2) hasil pengujian menunjukkan kinerja yang sesuai, dimana dengan cara manual memiliki keunggulan yaitu: (a) lebih efisien 2 sampai dengan 4 minggu; dan (b) memiliki kontrol otomatis dan manual.

Kata kunci: *Pupuk Kompos, DHT-22, sensor pH, Internet of Things, Blynk*

PENDAHULUAN

Produktivitas lahan pertanian yang ada setiap tahunnya mengalami penurunan karena penggunaan pupuk kimia. Pemakaian pupuk kimia telah terbukti merusak tanah dan lingkungan sehingga dianjurkan untuk menggunakan pupuk organik [1], [2]. Manfaat

dari penggunaan pupuk organik adalah dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Penggunaan pupuk organik akan menghasilkan produk pertanian organik yang lebih sehat daripada pupuk kimia. Saat ini penggunaan pupuk organik oleh petani padi mulai meningkat, sehingga ketersediaan pupuk tersebut perlu mendapat perhatian.

Pupuk organik adalah pupuk yang tersusun dari pelapukan sisa tanaman, hewan dan manusia baik dalam bentuk padat maupun cair, yang dapat bersumber dari sampah organik, daun hijau dan kering, sisa panen seperti jerami maupun sekam padi dan limbah ternak. Pemanfaatan jerami dan sekam padi setelah pasca panen menjadi peluang yang cukup besar bagi petani untuk menambah nilai jerami dan sekam padi. Pupuk organik atau kompos umumnya dihasilkan dari proses pengomposan. Proses penguraian bahan-bahan organik secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang dapat memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi disebut sebagai pengomposan.

Proses pembuatan pupuk kompos yang dilakukan secara alami memerlukan waktu kurang lebih tiga bulan. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat campuran bahan yang seimbang, pemberian air secukupnya, mengatur aerasi dan menambah aktivator [3]. Kelembaban, suhu dan pH merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi proses pembuatan pupuk [4]. Dalam pembuatan pupuk kompos masalah yang sering terjadi adalah tingkat kematangan pupuk yang tidak sempurna. Hal tersebut disebabkan oleh tingkat kelembaban dan suhu dalam proses pembuatan tidak stabil. Pada metabolisme mikroba, kelembaban harus dijaga pada kisaran 40% hingga 60%. Terjadi peningkatan suhu yang cepat antara 35 °C sampai dengan 60 °C dalam tumpukan kompos [4]. Pembuatan pupuk kompos yang belum matang secara keseluruhan dapat menghambat pertumbuhan tanaman dikarenakan kekurangan nitrogen yang tersedia. Berpijak dari uraian tersebut, maka diperlukan monitoring kelembaban dan suhu pada proses pengomposan. Artikel ini bertujuan untuk mengembangkan sistem yang mampu mengendalikan suhu dan kelembaban serta memantau perubahan proses dekomposisi pupuk kompos secara nirkabel dan mendeskripsikan hasil pengujian sistem tersebut.

Sistem monitoring suhu dan kelembaban pernah dibuat sebelumnya, namun implementasi alat tersebut berfokus pada suhu dan kelembaban

sebagai parameter utama. Pada proyek tersebut perancangan sistem menggunakan sensor suhu DS18B20 dan kelembaban tanah DFRobots V2 (*Soil Moisture*) [5]. Sistem monitoring secara *realtime* pada pembuatan pupuk organik telah dikembangkan menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali, sensor kelembaban DHT22 [6]. Salah satu sensor pH adalah sensor E201-C [7]. Perangkat pendeteksi suhu dan kelembaban pada proses pembuatan pupuk organik sebelumnya menggunakan sensor DHT11 [4]. Terdapat pengembangan monitoring pH secara wireless akan tetapi digunakan untuk tanaman kentang aeroponik [8]. Otomatisasi berbasis *Internet of Things* (IoT) telah diterapkan untuk mengendalikan kompor listrik menggunakan smartphone android [9].

Teknologi pertanian saat ini perlu memanfaatkan teknologi internet melalui aplikasi seluler, misalnya dalam pengendalian kondisi pH dan suhu untuk mendukung sistem industri 4.0 [10]. Implementasi IoT dengan android semakin dimudahkan dengan adanya Blynk. Blynk merupakan platform IoT yang dapat diaplikasikan pada aplikasi seluler, *private clouds*, *device management*, *data analytics*, dan *machine learning* [11]. Blynk dirancang untuk IoT yang dapat mengontrol perangkat keras dari jarak jauh, dapat menampilkan data sensor, dapat menyimpan data, melakukan visualisasi dan melakukan banyak hal bermanfaat lainnya. Terdapat tiga komponen utama dalam platform tersebut, yaitu: (1) Blynk *App* sebagai antarmuka; (2) Blynk *Server* yang bertanggung jawab atas semua komunikasi antara smartphone dan perangkat keras; dan (3) Blynk *Libraries* [12]. Adapun perbedaan sistem yang dibuat pada alat ini dengan alat sebelumnya yaitu: (1) Penambahan sensor pH guna mendeteksi tingkat kematangan pada pupuk kompos; (2) Pemilihan sensor kelembaban tanah dan suhu menggunakan DHT-22 yang mempunyai nilai akurasi tinggi dan presisi dalam pengukuran; dan (3) Penggunaan *Wemos D1 Mini* sebagai mikrokontrolernya dan sebagai modul wifi yang akan menghubungkan sistem dengan *smartphone* pengguna.

METODE

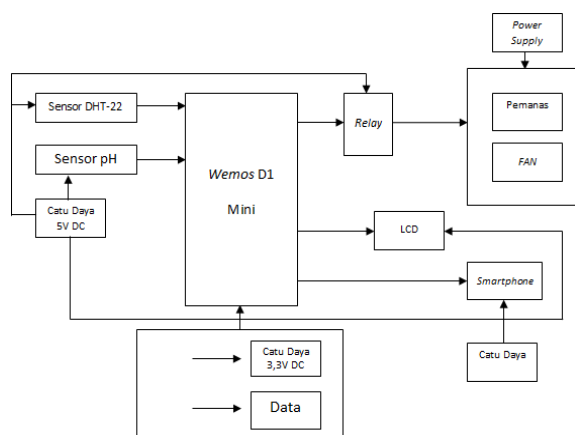
Pengembangan perangkat dalam penelitian ini melalui beberapa tahapan yaitu: (1) identifikasi masalah dan analisis kebutuhan; (2) perancangan perangkat keras dan perangkat lunak; (3) pembuatan perangkat; dan 4) pengujian. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya permasalahan yang melatar belakangi pembuatan sistem ini adalah proses pembuatan pupuk organik yang membutuhkan waktu yang cukup lama. Hal tersebut disebabkan oleh tingkat kelembaban dan suhu yang tidak stabil, sehingga mengakibatkan kematangan pupuk yang tidak sempurna serta lama.

Tabel 1. Komponen-komponen Utama Sistem

No.	Komponen	Fungsi
1	Ember	Sebagai tempat dekomposisi pupuk.
2	Box panel	Sebagai tempat komponen elektronik
3	Sensor DHT-22	Sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban pada proses pembuatan pupuk kompos
4	Sensor pH	Sebagai pengukur kandungan pH kompos, yang mana sensor pH ini nanti akan mengindikasikan sudah matangnya sebuah kompos
5	Wemos D1 mini	Sebagai mikrokontroler yang akan mengolah data dari sensor sebagai input hingga dapat diteruskan ke proses <i>output</i> serta untuk mengintegrasikan sistem pemantauan ke <i>smartphone</i> pembuat kompos
6	Relay	Sebagai saklar yang akan menyalakan maupun mematikan pemanas ketika mencapai suhu yang dikehendaki.
7	Pemanas	Untuk menaikkan suhu apabila suhu belum memenuhi batas yang dikehendaki.
8	Fan	Untuk menurunkan suhu apabila suhu di atas batas yang dikehendaki.
9	Aplikasi Blynk	Untuk menampilkan nilai hasil pemantauan

Analisis kebutuhan pada sistem ini menjelaskan mengenai rincian kebutuhan alat dan bahan guna menunjang pembuatan sistem pemantauan suhu dan kelembaban pada proses

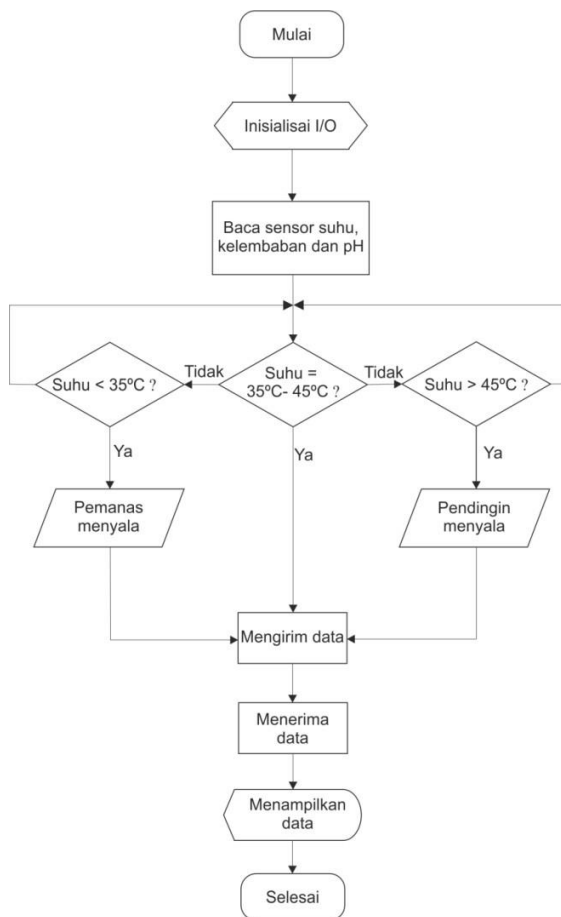
dekomposisi pupuk kompos. Analisis dilakukan agar tercapainya komponen yang tepat digunakan dalam perancangan. Pada Tabel 1 berikut dapat dilihat komponen-komponen yang akan digunakan yang terdiri dari kebutuhan *hardware* dan *software*. *Hardware* terdiri atas: (1) mekanik berupa boks panel dan ember; serta (2) elektronik berupa Sensor DHT-22, relay, Sensor pH, Pemanas, Wemos D1 mini dan fan. *Software* yang digunakan adalah Arduino IDE dan Blynk. Perancangan sistem dibuat secara garis besar sesuai dengan blok diagram pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban

Gambar 1 merupakan blok diagram sistem kinerja alat yang akan dibuat. Dari blok diagram diketahui terdapat perbedaan dengan metode manual yaitu terdapat sensor yang menghasilkan informasi kelembaban dan suhu, pemrosesan oleh Wemos D1 mini dan output berupa relay yang akan mengaktifkan pemanas dan fan sesuai kebutuhan. Alat ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu *input*, proses, dan *output*. Masukan atau *input* dari alat ini adalah kelembaban, suhu dan kandungan pH pada pupuk. Sensor yang digunakan adalah sensor pH dan DHT-22. Sensor pH berguna untuk mengukur kandungan pH dari pupuk, sedangkan DHT-22 berguna untuk mengukur kelembaban dan suhu. Kemudian data yang diperoleh sensor akan masuk pada bagian proses. Bagian proses menggunakan mikrokontroler Wemos D1 mini. Wemos D1 mini akan menghubungkan hasil

pemantauan dari sistem kepada *smartphone* pembuat yang nantinya akan memberikan perintah pada *relay* untuk mengaktifkan pemanas ataupun mengaktifkan *fan* hingga mencapai suhu tertentu. Tahap *output* adalah menyalakan pemanas untuk menaikkan suhu hingga mencapai batas yang telah ditentukan begitu juga dengan *fan* apabila suhu di atas batas yang ditentukan. Proses tersebut akan dikirimkan kepada *smartphone* pembuat, hingga sensor pH telah menunjukkan hasil yang ditentukan yang mengindikasikan bahwa pupuk telah matang. Cara kerja sistem dijelaskan sesuai gambar *flowchart* pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem Pemantauan

Cara kerja dari sistem adalah saat program sudah mulai dijalankan maka yang pertama kali yaitu menginisialisasi *input output*. Sensor DHT-22 akan mulai mendeteksi suhu dan kelembaban pada ruang pemngomposan dan sensor pH akan mulai mendeteksi kandungan pH

pada kompos. Data yang diterima akan diteruskan dan diproses oleh *wemos D1 mini*. Selanjutnya data yang telah diproses tersebut akan ditampilkan pada LCD serta ditampilkan pada android melalui koneksi wifi. Jika suhu kurang dari 35 °C maka *hair dryer* (pemanas) akan menyala, sedangkan jika suhunya lebih dari 45 °C maka *fan* (pendingin) akan menyala otomatis. Kemudian data akan ditampilkan kembali pada LCD dan android.

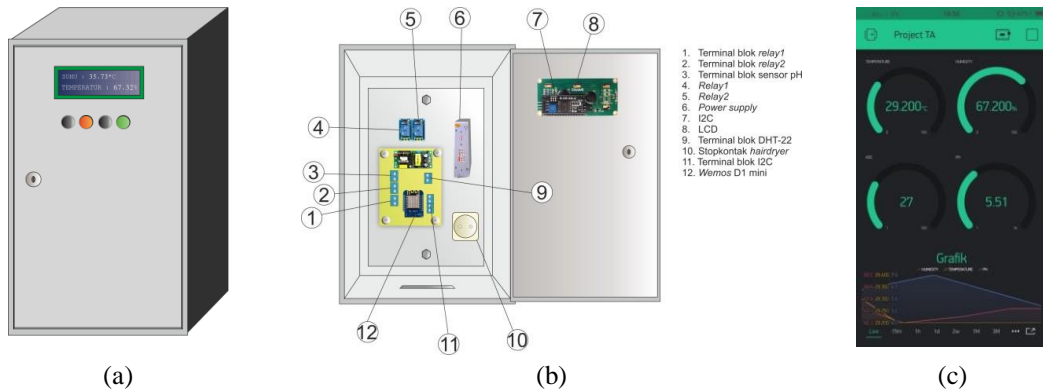
HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi pembuatan alat yaitu dilakukan dengan mengintegrasikan semua komponen yang dibutuhkan. Langkah pembuatan pertama adalah mempersiapkan alat dan bahan untuk membuat *prototype*. Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat *prototype* dari sistem pemantauan suhu dan kelembaban pada proses dekomposisi pupuk kompos sesuai identifikasi kebutuhan. Alat dan bahan tersebut akan dirangkai sesuai dengan desain mekanik maupun rangkaian elektroniknya. Langkah berikutnya membuat mekanik sesuai dengan desain yang telah dibuat. Desain *hardware* dibuat menggunakan *software CorelDraw X7*. *Hardware* dan *software* disesuaikan dengan kebutuhan dan variabel sehingga didapatkan hasil yang optimal. Gambar 3(a) dan Gambar 3(b) merupakan desain *hardware*.

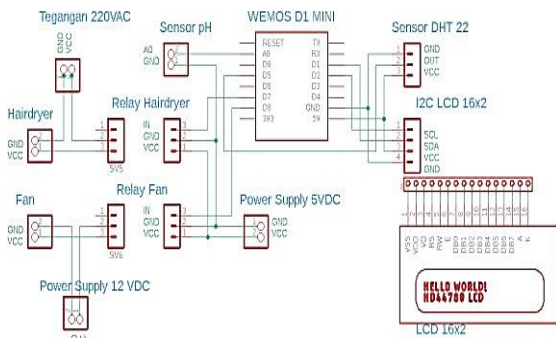
Langkah ketiga adalah membuat perangkat keras yang terdiri dari sensor DHT-22, sensor pH, *Wemos D1 mini*, pemanas, *fan*, dan *relay*. Semua komponen yang ada dirakit pada papan PCB yang telah dibuat sesuai dengan skematik rangkaian pada Gambar 4. Komponen yang telah dirakit kemudian dimasukkan ke dalam box panel, agar terhindar dari gangguan-gangguan fisik yang dapat mempengaruhi kinerja komponen. Tahapan keempat adalah membuat perangkat lunak atau *coding* dari proses kerja sistem alat. *Coding* tersebut adalah program yang berisi perintah untuk melakukan pengendalian ataupun pembacaan nilai sensor.

Pembuatan program pada *wemos D1 mini* menggunakan Arduino IDE dengan Bahasa C.

Wemos D1 mini memiliki pin analog dan digital yang digunakan sebagai *input* maupun *output*.



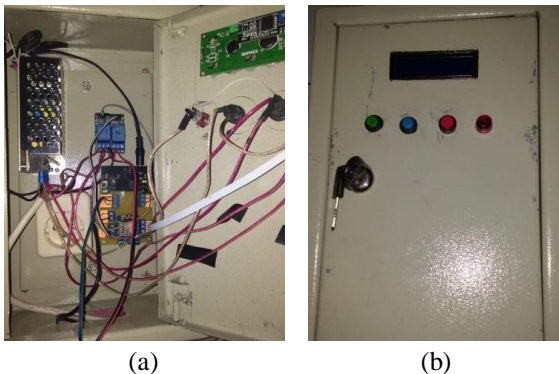
Gambar 3. (a) Desain *Hardware* Sistem, (b) Keterangan Desain *Hardware* Sistem, (c) Desain *Software* Sistem



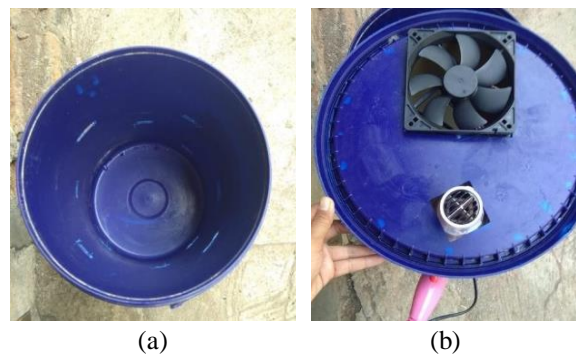
Gambar 4. Skematik Rangkaian Sistem

Tahapan kelima adalah membuat aplikasi yang dapat memantau sistem dengan android. Aplikasi yang dibuat yaitu dengan menggunakan *Blynk* yang telah didownload dan diinstal pada android. *Pinout* yang digunakan disamakan dengan program pada Arduino IDE sehingga nantinya dapat terkoneksi melalui wifi. Gambar 3(c) merupakan desain *software*.

Setelah perancangan dilakukan maka dilanjutkan dengan implementasi. Box panel yang digunakan berukuran 20x30x12 cm. Pada permukaan box panel melekat LCD sebagai *display* dari hasil *monitoring* dan *push button* serta LED sebagai kontrol manual beserta indikatornya. Komponen elektronik yang telah dirangkai dimasukkan ke dalam box panel seperti pada Gambar 5(a), sehingga komponen-komponen tersebut terhindar dari gangguan-gangguan fisik yang dapat mempengaruhi kinerja komponen. Gambar 5(b) merupakan gambar boks panel produk.



Gambar 5. (a) Instalasi Elektronik pada Boks Panel (b) Boks Panel Sistem Pemantauan



Gambar 6. (a) Tempat Pembuatan Kompos, (b) Tutup Ember yang Telah Dimodifikasi

Tempat pengomposan yang digunakan yaitu ember berdiameter 27cm dan tinggi 40 cm, yang dapat menampung kurang lebih 3 kg bahan mentah kompos. Ember yang terlihat pada Gambar 6(a) dan Gambar 6(b) dilubangi pada bagian sisinya sebagai fentilasi udara, dan

dilubangi pada permukaannya/tutupnya sebagai tempat diletakkannya pendingin dan pemanas. Pembuatan tempat pengomposan pada ember dilakukan dengan maksud agar memudahkan pengujian awal sebelum direalisasikan pada tempat yang lebih besar seperti tong ataupun bak yang besar.

Setelah rancangan diimplemetasikan, maka tahapan selanjutnya adalah pengujian. Pengujian sistem pemantauan suhu dan kelembaban pada proses dekomposisi pupuk kompos bertujuan untuk mengetahui apakah kinerja sistem sudah sesuai dengan yang diharapkan ataukah belum, baik *software* maupun *hardware*. Ada dua pengujian yang dilakukan yaitu: 1) pengujian awal/penyiapan kompos; dan 2) pengujian sistem *monitoring* pengomposan. Pengujian awal yaitu proses penyiapan kompos mulai dari penyiapan bahan-bahan hingga proses pembuatan kompos. Bahan baku untuk pembuatan kompos ini terdiri dari 80% bahan organik, 10% pupuk kandang, dan 10% abu. Pengujian sistem *monitoirng* pengomposan terdiri dari dua langkah yaitu: 1) Uji fungsional yang dilakukan dengan menguji fungsi tiap komponen yang digunakan dengan tujuan untuk mengetahui apakah setiap komponen berfungsi dengan baik atau tidak; 2) Uji unjuk kerja dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah alat sesuai dengan standar pengukuran suhu dan kelembaban serta untuk mengetahui apakah alat sudah bekerja sesuai yang diharapkan atau belum.



Gambar 7. Kompos Yang Belum Terdekomposisi

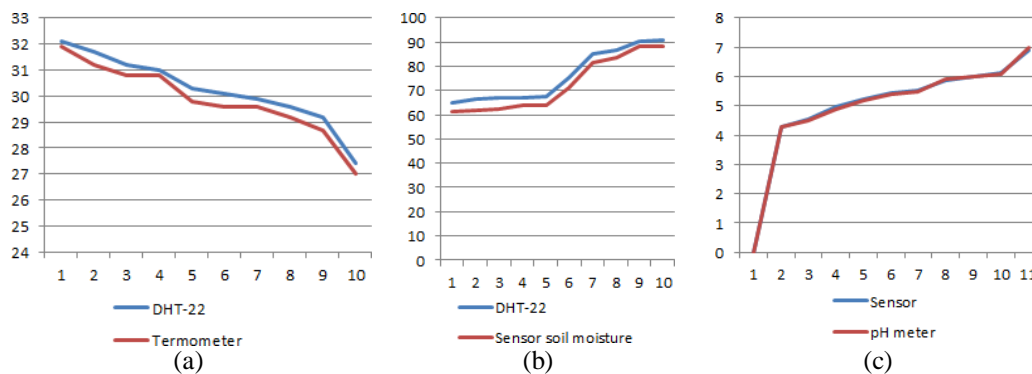
Untuk pengujian awal, pembuatan kompos berlangsung selama hampir dua bulan dengan hasil yang belum begitu sempurna. Waktu dua bulan tersebut berdasarkan pengalaman nyata yang dilakukan pada tanggal 2 Februari 2019 hingga 4 Mei 2019. Pada Gambar 7 masih terlihat bahan yang belum terdekomposisi, hal ini dikarenakan suhu dan kelembaban yang tidak teratur atau di luar batas yang dikehendaki. Selain itu tidak adanya oksigen yang mengisi ruangan karena tertutup rapat.

Berdasarkan tahapan pengujian sistem *monitoring* pengomposan yang telah dilaksanakan maka dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang bekerja sebagaimana yang diharapkan dan sesuai dengan fungsinya. Pada pengukuran terdapat beberapa perbedaan hasil dari hasil pengukuran dengan teori atau *datasheet* komponen. Perbedaan hasil tersebut disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu toleransi nilai komponen dari pabrik, kondisi alat ukur yang kurang bagus dan kurang telitinya dalam pengukuran.

Data hasil pengujian sensor dengan melakukan perbandingan pembacaan suhu pada sensor DHT-22 dengan termometer dan pembacaan kelembaban pada sensor DHT-22 dengan *soil moisture*. Berikut perbandingan pembacaan suhu dan kelembaban dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 8(a) dan Gambar 8(b). Hasil perbandingan suhu didapatkan rata-rata *error* sebesar 1,30 °C sedangkan rata-rata *error* kelembaban yang dihasilkan pada perbandingan pembacaan tersebut adalah 4,98%. Sesuai dengan teori yang ada yaitu sensor DHT-22 memiliki akurasi suhu $\pm 0,5$ °C, sedangkan pada pengujian tercatat selisih perbedaan nilai sensor dengan alat ukur yaitu mulai dari 0,2 sampai 0,5. Dan nilai akurasi kelembaban $\pm 2\%$ (max $\pm 5\%$), sedangkan selisih pengukuran yaitu dari 2,0% hingga 4,7%. Dari hasil pengujian dan perhitungan pada perbandingan pengukuran tersebut dapat dikatakan bahwa pembacaan suhu dan kelembaban hampir mendekati sama dengan pembacaan menggunakan termometer dan *soil*

moisture yang digunakan sebagai pembanding dan tidak melebihi batas akurasi. Hasil pengujian sensor pH dapat dilihat pada Gambar 8(c), yaitu dengan melakukan perbandingan pembacaan pH pada sensor pH dengan pH meter. Hasil pengujian perbandingan suhu didapatkan selisih nilai pengukuran dengan perhitungan adalah dari

0,01 sampai 0,1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor telah sesuai dengan teori yang ada yaitu sensor pH memiliki akurasi sebesar 0,1. Dari pengujian tersebut dapat dikatakan bahwa pembacaan pH hampir mendekati sama dengan pembacaan alat ukur pH meter.



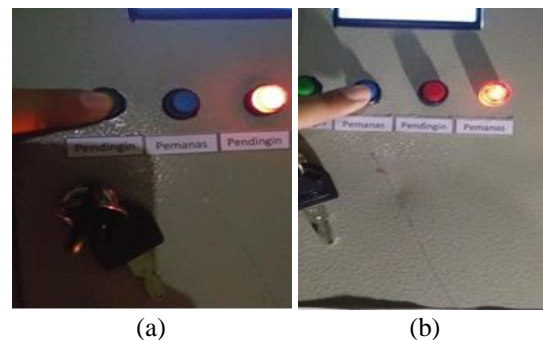
Gambar 8(a) Grafik Perbandingan Suhu (DHT-22 dan Termometer), 8(b) Grafik Perbandingan Kelembaban (DHT-22 dan *Sensor Soil Moisture*), (c) Grafik Perbandingan pH (Sensor pH Tanah dan pH Meter)

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2 *wemos* yang digunakan telah berjalan dengan baik, hal ini dapat dilihat dari konektivitas wifinya yang langsung terhubung. Selain itu, seluruh pin yang digunakan juga baik karena mampu memproses *input* menjadi *output*.

No.	Pengujian	Hasil
1	Tegangan Wemos D1 mini Spesifikasi pada datasheet: 3.3 V Pengukurang dengan multimeter: 3.23 V	Baik
2	Konektivitas <i>wifi</i>	Baik

Pada Tabel 3 dapat dilihat hasil pengujian *relay* yang telah dilakukan. Hasil pengujian tersebut menunjukkan *relay* dapat bekerja dengan baik. Pengujian ini untuk mengetahui berfungsi atau tidaknya koil *relay* dan kontak *relay*. Pengujian dilakukan dengan memasukkan perintah untuk menyalakan *relay*. Hasil yang diperoleh yaitu *relay1* dapat aktif/*ON* ketika suhu kurang dari 35 °C dan *relay2* tidak aktif/*OFF*, sedangkan *relay2* dapat aktif/*ON* ketika suhu lebih dari 45 °C dan *relay1* tidak aktif/*OFF*.

No.	Suhu	Kondisi <i>relay1</i>	Kondisi <i>relay2</i>
1	29 °C	ON	OFF
2	31 °C	ON	OFF
3	36 °C	OFF	ON
4	37 °C	OFF	ON
5	40 °C	OFF	ON



Gambar 9. Pengujian *Push Button* dan LED Indikator: a) Pendingin; b) Pemanas

Push button dan LED indikator terhubung paralel. Terdapat dua *push button* dan dua LED indikator. Satu pasang *push button* dan LED sebagai kontrol manual pemanas dan satunya sebagai kontrol manual pendingin. Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa *push button* dan LED dapat bekerja dengan baik. Ketika kita tekan *push button* pemanas maka hair dryer akan hidup dan LED indikatornya akan menyala,

begitu juga satunya ketika kita tekan push button pendingin maka fan akan hidup dan LED indikatornya akan menyala.

Sistem ini menggunakan dua sumber tegangan yang berbeda yaitu 220V AC sebagai catu daya hair dryer (pemanas) dan 12V DC sebagai catu daya fan (pendingin). Pengujian dilakukan dengan mengukur output sumber tegangan menggunakan multimeter. Selanjutnya pengujian juga dilakukan untuk memastikan bahwa hubungan paralel dari sumber tegangan sudah benar-benar berfungsi dengan baik. Hasil yang didapatkan yaitu output tegangan telah bekerja sesuai dengan semestinya baik sumber tegangan 220V AC maupun 12 V DC.

Pembacaan data sensor divisualisasikan dalam dua *device* yaitu menggunakan LCD yang telah dipasang pada sistem *hardware* dan menggunakan aplikasi Blynk pada android. Hasil pengujian data sensor dapat dilihat pada Tabel 4, yaitu perbandingan antara nilai yang ditampilkan pada LCD dan pada Blynk. Dari hasil tersebut nilai dari kedua *device* adalah sama, sehingga pembacaan data sensor telah sesuai yang diharapkan.

Tabel 4. Pembacaan Data Sensor

No.	Parameter	LCD	Blynk
1	Suhu (°C)	29,30	29,300
2		30,10	30,100
3	Kelembaban (%)	67,40	67,400
4		66,90	66,900
5	pH	6,14	6,14
6		5,45	5,45

Hasil pengujian alat secara keseluruhan menunjukkan alat dapat bekerja sesuai dengan perancangan prinsip kerja alat. Apabila suhu dibawah nilai standar maka akan menyalakan *hair dryer* sedangkan apabila suhu diatas standar maka akan menyalakan *fan*. Sesuai dengan pengalaman nyata, telah dilakukan implementasi alat pada tanggal 12 Mei 2019 hingga 22 Juni 2019, hasil yang diperoleh yaitu pupuk kompos. Dalam waktu kurang lebih enam minggu tersebut pupuk kompos yang dibuat dengan menggunakan sistem monitoring telah terdekomposisi, dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil Pengomposan

Waktu yang digunakan untuk membuat pupuk kompos dari bahan mentah hingga menjadi kompos menggunakan sistem monitoring lebih efektif 2 sampai dengan 4 minggu dibandingkan dengan cara manual, sehingga dapat dikatakan bahwa alat ini lebih efisien waktu dalam membuat pupuk kompos. Selain dari segi waktu, perbandingan efektivitas alat yang dikembangkan juga dapat dilihat dari keunggulan yang ada seperti kontrol otomatis dan manual. Hasil pengujian ini menunjukkan cara pembuatan kompos menggunakan teknologi dengan alat yang dikembangkan pada proyek akhir ini dapat mempercepat pembuatan kompos.

Berdasarkan hasil pengujian alat terdapat saran-saran untuk penelitian pengembangan perangkat yang serupa selanjutnya, yaitu: (1) Pengkabelan pada perakitan komponen harus lebih dirapikan lagi agar terhindar dari *korsleting* atau hal-hal yang tidak diinginkan lainnya; (2) Pengembangan dan penyempurnaan tampilan Blynk perlu dioptimalkan kembali supaya tampilan lebih menarik; (3) Pengembangan alat perlu ditambahkan sistem pengendali jarak jauh agar pembuat kompos dapat mengendalikan pemanas ataupun pendingin melalui android apabila suhu masih belum sesuai dengan yang diharapkan. Hal tersebut mendukung *reality industry 4.0* melalui pemanfaatan IoT [10]; dan (4) Penambahan sistem penyiraman otomatis apabila tingkat kelembaban belum mencapai ketentuan. Penyiraman otomatis dapat menurunkan kelembaban [13], [14].

SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengembangan dan pengujian sistem pemantauan proses pembuatan pupuk kompos dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Perancangan sistem pemantauan suhu dan kelembaban pada proses dekomposisi pupuk kompos dikembangkan menggunakan teknologi IoT yang menggabungkan *hardware control* dan *software*. Sistem ini terdiri dari tiga proses utama yaitu *input*, proses dan *output*. *Input* menggunakan sensor DHT-22 dan sensor pH, data dari kedua sensor tersebut akan dikirim menuju *wemos D1 mini* untuk di proses. Pada *wemos D1 mini* juga, data akan di integrasikan ke android, sehingga *output* dari sistem ini berupa tampilan pada layar android. Selain itu *output* lain juga berupa *relay* yang akan mengaktifkan pemanas dan pendingin sebagai penyetabil suhu; dan (2) Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa pembuatan kompos menggunakan sistem *monitoring* lebih efektif 2 sampai dengan 4 minggu dibandingkan dengan cara manual, dapat dikatakan bahwa alat ini lebih efisien waktu dalam membuat pupuk kompos. Selain dari segi waktu, perbandingan efektivitas alat yang dikembangkan juga dapat dilihat dari keunggulan yang ada seperti kontrol otomatis dan manual. Sistem pemantauan suhu dan kelembaban ini dapat dijalankan dengan menghubungkan sumber tegangan 220VAC ke sumber listrik PLN, selanjutnya menghidupkan *hostpot* pada android, kemudian membuka aplikasi *Blynk* pada android. Hasil pemantauan dapat dilihat pada LCD maupun pada aplikasi *Blynk*. Apabila ingin melakukan kontrol manual dapat menekan *push button* yang terdapat pada *hardware*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Umniyatie, D. Pramiadi, V. Henuhili, and D. Djuwanto, "Pembuatan pupuk organik menggunakan mikroba efektif," *Inoteks*, vol. 1, no. 3, pp. 142–146, 2000.
- [2] S. Umniyatie, "Pembuatan Pupuk Organik Menggunakan Mikroba Efektif-4 (Effective Microorganism-4)," 2014.
- [3] Nyoman P., Aryantha, and Dkk, "Kompos," *Pusat Penelitian Antar Universitas Ilmu Hayati LPPM-ITB. Dept. Biologi – FMIPA – ITB*, 2010.
- [4] S. A.S, R. I. Putri, and N. H, "Pendeteksi suhu dan kelembaban pada proses pembuatan pupuk organik," *J. ELTEK*, vol. 13, no. 1, pp. 1–10, 2015.
- [5] V. D. K, Z. Zulhelmi, and M. Syaryadhi, "Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroler ATmega328 pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos," *Kitektro*, vol. 2, no. 3, pp. 91–98, 2017.
- [6] A. Mardiyanto, A. Akhyar, and Suherman, "Rancang bangun sistem monitoring plan pengontrol proses secara realtime pada pembuatan pupuk organik," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV: Inovasi dan Aplikasi di Lingkungan Tropis*, 2017, pp. F10–F20.
- [7] R. D. Rima, W. Wildian, and N. Firmawati, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontrol pH Tanah Untuk Tanaman Bawang Merah Menggunakan Sensor E201-C," *J. Fis. Unand*, vol. 7, no. 1, pp. 63–68, 2018.
- [8] A. W. Wicaksono, E. R. Widasari, and F. Utaminigrum, "Implementasi Sistem Kontrol dan Monitoring pH pada Tanaman Kentang Aeroponik secara Wireless," *JPTIHK (Jurnal Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komputer)*, vol. 1, no. 5, pp. 386–398, 2017.
- [9] Y. Yuliza and H. Pangaribuan, "Rancang bangun kompor listrik digital IoT," *J. Teknol. Elektro*, vol. 7, no. 3, pp. 187–192, 2016.
- [10] S. Garsoni, "Menuju Sistem Industri 4.0 Pembangkitan Biogas dan Produksi Kompos," *Bioindustri Pertanian*, 2018. [Online]. Available: <http://www.bioindustri.biz/2018/09/menuju-sistem-industri-40-pembangkitan.html>.
- [11] B. Inc, "We make Internet of Things simple for you," *Blynk*, 2019. [Online]. Available: <https://blynk.io/>.
- [12] B. Inc, "Intro," *Blynk*, 2019. [Online]. Available: <http://docs.blynk.cc/>.
- [13] M. Al Furqon, "Prototipe Sistem Penyiram Tanaman Otomatis berdasarkan Kelembaban Tanah berbasis Mikrokontroler," Universitas Syiah Kuala, 2017.
- [14] Gunawan and M. Sari, "Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–17, 2018.