



Automated Data Acquisition in Monitoring Automatic Composter with Multisensory System

Philippians Manurung¹, Indra Hartarto Tambunan²

^{1,2}Teknik Elektro, Institut Teknologi Del

¹phillippians.manurung@del.ac.id

²indra.tambunan@del.ac.id

Corresponding author email: indra.tambunan@del.ac.id

Abstract: This article aims to describe data acquisition process in monitoring automatic composter system with multisensory system. Conventional composting system rely on the process of aerobes bacteria catalyst in decomposing organic materials which take longer time until its decomposing process is finished. The proposed system combines several sensors such as aeration, humidity, temperature, and pH in order to control the composting environment. Controlled environment will increase the catalyzing process by microbacteria, therefore the decomposing time will be reduced compared to the conventional composting process. This multisensory system is operated using microcontroller system kit such as Raspberry Pi 3 and Arduino Uno. This system will utilize the monitoring of decomposition process real time by sensor readings and automatically send the data to the server to be displayed. The acquired data from all the sensors will be displayed using web based user interface and informed the user to take action if needed. The result shows that the system with multisensory system can acquire the data properly and real time monitoring of decomposing process can be monitored comprehensively.

Keywords: compost, database, monitoring, user interface, sensor.

Abstrak: Artikel ini bertujuan untuk menggambarkan proses akuisisi data dalam pemantauan sistem pengompos otomatis dengan sistem multisensor. Sistem pengomposan konvensional mengandalkan proses katalis bakteri aerob dalam menguraikan bahan organik yang memakan waktu lebih lama hingga proses penguraian selesai. Sistem yang diusulkan menggabungkan beberapa sensor seperti aerasi, kelembaban, suhu, dan pH untuk mengendalikan lingkungan pengomposan. Lingkungan yang terkendali akan meningkatkan proses katalisis oleh bakteri mikro, sehingga waktu penguraian akan berkurang dibandingkan dengan proses pengomposan konvensional. Sistem multisensor ini dioperasikan menggunakan kit sistem mikrokontroler seperti Raspberry Pi 3 dan Arduino Uno. Sistem ini akan memanfaatkan pemantauan proses dekomposisi secara real-time melalui pembacaan sensor dan secara otomatis mengirim data ke server untuk ditampilkan. Data yang diperoleh dari semua sensor akan ditampilkan menggunakan antarmuka pengguna berbasis web dan memberi tahu pengguna untuk mengambil tindakan jika diperlukan. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem dengan sistem multisensor dapat mengakuisisi data dengan baik dan pemantauan real-time dari proses penguraian dapat dipantau secara komprehensif.

Kata kunci: kompos, basis data, monitoring, antarmuka pengguna, sensor

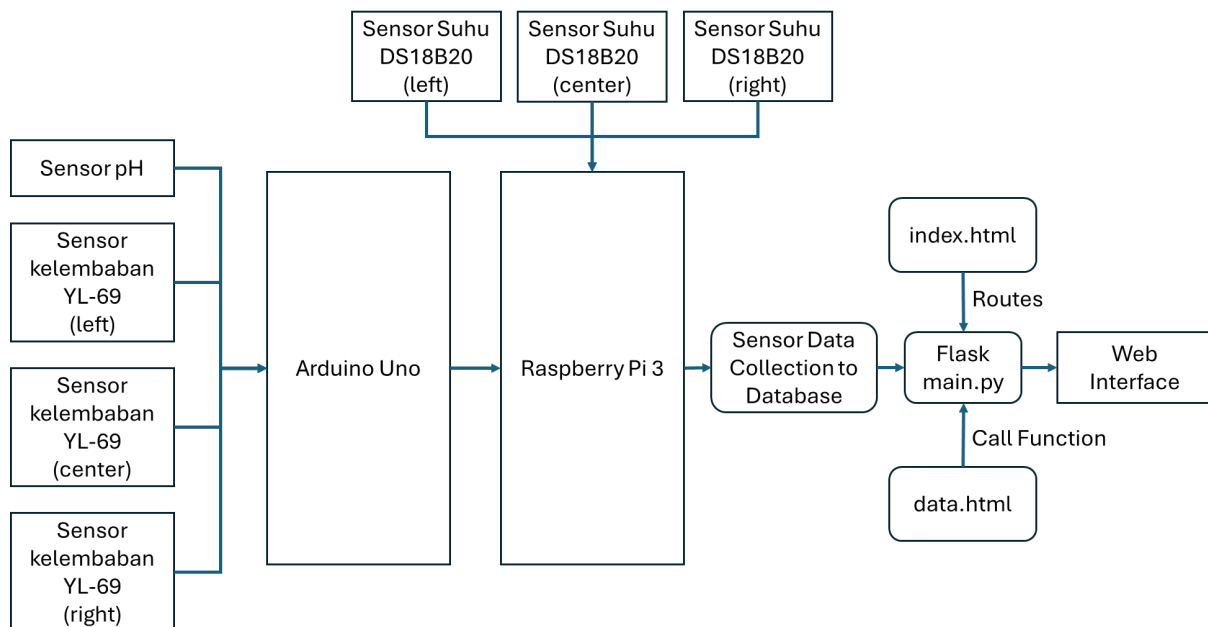
I. PENDAHULUAN

Proses pengomposan secara umum memanfaatkan hasil penguraian parsial/tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik atau anaerobik [1]. Sedangkan proses pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi.

Kompos memiliki peran untuk meningkatkan kesuburan pada tanah serta dapat merangsang perakaran yang sehat pada tumbuhan. Kompos dapat memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan akan meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air pada tanah. Aktivitas mikroba tanah yang bermanfaat bagi tanaman akan meningkat dengan penambahan kompos. Aktivitas mikroba ini membantu tanaman untuk menyerap unsur hara dari tanah dan menghasilkan senyawa yang dapat merangsang pertumbuhan

tanaman. Tanaman yang dipupuk dengan kompos juga cenderung lebih baik kualitasnya daripada tanaman yang dipupuk dengan pupuk kimia.

Proses pengomposan dapat dipengaruhi oleh karakteristik bahan yang diuraikan oleh mikroba, aerasi yang baik agar mikroorganisme anaerobik dapat hidup maka tumpukan kompos harus diaduk secara teratur untuk memasukkan oksigen ke dalam proses pengomposan. Pada artikel ini akan ditawarkan solusi proses pengomposan dengan mempertimbangkan beberapa faktor yang terlibat seperti aerasi, kelembaban, temperatur, pH, dari tumpukan bahan organik. Dengan metode multisensor, maka kondisi yang terjadi selama proses pengomposan akan dapat dipantau dan diperhatikan oleh pengguna secara langsung dan secara berkala. Sistem ini akan memanfaatkan multisensor yang disebar untuk memantau proses pengomposan dan data sensor akan disimpan di pada basis data yang ada pada mikrokontroler yang digunakan yaitu RaspberryPi 3.



Gambar 1. Diagram Sistem Secara Keseluruhan

Untuk memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan dan pembacaan kondisi lingkungan pengomposan meliputi suhu, kelembaban dan pH. Pengguna akan dapat memantau proses pengomposan melalui sebuah tampilan antarmuka yang dapat menampilkan hasil pembacaan sensor secara *realtime* dan hasil pembacaan sensor secara historis. Berdasarkan Gambar 1 di atas, penulis dapat merancang suatu bentuk akuisisi data sensor, pengolahan data sensor dan pemantauan proses pengomposan melalui antarmuka pengguna yang memiliki fitur pembacaan setiap sensor secara *realtime*, dan grafik historis sebagai interpretasi dari koleksi data dari setiap sensor yang berada dalam drum pengomposan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai sistem pengomposan, sistem akuisisi data, dan arsitektur penyusunan sistem akuisisi data.

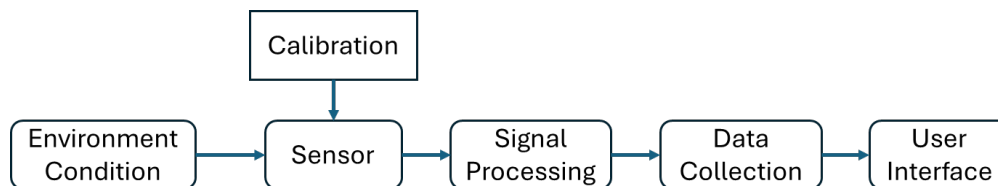
2.1. Sistem Pengomposan

Sistem pengomposan akan melibatkan dekomposisi material organik oleh mikroorganisme pada kondisi lingkungan yang terkontrol. Terdapat dua jenis proses pengomposan yaitu sistem

pengomposan aerob dan sistem pengomposan anaerob [1]. Sistem pengomposan aerob dilakukan dengan menjaga kadar oksigen yang cukup untuk mikroorganisme berkembangbiak dan sistem pengomposan anaerob dilakukan dengan tanpa adanya kadar oksigen yang masuk. Periode pengomposan dengan teknik aerob memakan waktu 40-50 hari, dan periode pengomposan anaerobic dengan efektif mikroorganisme(EM4) memakan waktu 10-80 hari tergantung pada efektivitas decomposer dan material organik yang digunakan. Suhu optimal proses pengomposan berkisar pada 35-45°C dengan tingkat kelembaban 30-40%.

2.2. Proses Akuisisi Data

Dalam pemrosesan akuisisi data dari perangkat fisik sensor untuk mengetahui kondisi lingkungan pengomposan maka dibutuhkan mekanisme sebagai berikut:



Gambar 2. Proses Akuisisi Data Pengomposan

Mekanisme pemerolehan kondisi pengomposan menggunakan sensor dimulai dengan tahapan kalibrasi setiap sensor fisik dan membandingkannya dengan alat ukur yang telah terstandar(SNI). Dalam artikel ini, sensor suhu yang digunakan adalah sensor suhu tipe *probe* yaitu DSB18B20 yang berjumlah sebanyak 3 buah, sensor kelembaban tanah yaitu YL-69 sebanyak 3 buah, dan sensor pH sebanyak 1 buah. Masing-masing sensor harus dikalibrasi dengan baik. Selanjutnya sensor akan dipasang dan ditempatkan pada bak pengomposan, hasil pemrosesan sinyal akan diolah melalui tahapan “*signal processing*” sehingga sinyal bacaan dan keluaran sensor dapat dikonversi melalui “*data logger*” yang menjadi otak utama untuk dapat dipantau oleh pengguna dalam satuan suhu °C, kelembaban dalam satuan %, dan pH dalam rentang 1-14.

2.3. Sistem Akuisisi Data Sensor

Pada subbab ini akan dibahas mengenai arsitektur penyusun sistem akuisisi data yang meliputi sistem monitoring, sensor, basis data, *webserver*, dan flask sebagai *webframework*.

2.3.1. Sistem *monitoring*

Sistem adalah suatu kesatuan yang terdiri dari beberapa komponen atau subsistem untuk mencapai tujuan yang sama. Sedangkan, pemantauan atau *monitoring* adalah proses mengumpulkan dan menganalisa informasi berdasarkan indikator yang telah ditetapkan secara sistematis dan kontinyu. Jadi, sistem pemantauan atau *monitoring* dapat didefinisikan sebagai suatu kesatuan yang terdiri dari beberapa komponen atau subsistem untuk melakukan proses mengumpulkan dan menganalisa informasi berdasarkan indikator yang telah ditetapkan secara sistematis dan kontinyu.

2.3.2. Sensor

Sensor adalah sebuah peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, dan energi mekanik. Pada saat ini, sensor telah banyak dibuat dengan kurang sangat kecil untuk memudahkan pemakaian dan menghemat energi. Sensor merupakan bagian



dari transduser yang berfungsi untuk melakukan *sensing* terhadap adanya perubahan suatu kondisi lingkungan yang di konversi melalui sinyal yang dikirimkan oleh sensor. Dalam bidang sistem kendali dan robotika, sensor dapat berfungsi sebagai alat indera yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya.

2.3.3. Web server

Secara umum *server* dapat didefinisikan sebagai suatu “pelayan” yang dapat melayani proses pengiriman data dan/atau penerimaan data serta dapat mengatur pengiriman dan permintaan data diantara komputer-komputer yang saling tersambung dan terkoneksi atau dengan kata lain *server* dapat menyediakan pelayanan terhadap klien. Sedangkan *web server* adalah suatu bentuk *server* khusus yang digunakan untuk menyimpan halaman *website* atau *home page*. Suatu komputer dapat dikatakan sebagai *web server* jika komputer tersebut memiliki suatu program *server* yang disebut *Personal Web Server (PWS)*. *Web server* merupakan sebuah perangkat lunak *server* yang berfungsi menerima permintaan HTTP atau HTTPS dari klien yang dikenal dengan *web browser* dan mengirimkan kembali hasilnya dalam bentuk halaman *web* yang umumnya berbentuk dokumen HTML.

2.3.4. Flask

Flask adalah sebuah *web framework* yang ditulis dengan bahasa python dan tergolong sebagai sejenis *microframework* Flask berfungsi sebagai kerangka kerja aplikasi dan tampilan dari suatu web. Dengan menggunakan Flask dan bahasa Python, pengembang dapat membuat sebuah web yang terstruktur dan dapat mengatur behaviour suatu web dengan lebih mudah. Flask termasuk pada jenis *microframework* karena tidak memerlukan suatu alat atau pustaka tertentu dalam penggunaannya. Sebagian besar fungsi dan komponen umum seperti validasi form, database, dan sebagainya tidak terpasang secara default di Flask. Hal ini dikarenakan fungsi dan komponen-komponen tersebut sudah disediakan oleh pihak ketiga dan Flask dapat menggunakan ekstensi yang membuat fitur dan komponen-komponen tersebut seakan diimplementasikan oleh flask sendiri. Selain itu, meskipun Flask disebut sebagai *microframework*, bukan berarti Flask mempunyai kekurangan dalam hal fungsionalitas. *Microframework* disini berarti bahwa Flask bermaksud untuk membuat core dari aplikasi ini sesederhana mungkin tapi tetap dapat dengan mudah ditambahkan. Dengan begitu, fleksibilitas serta skalabilitas dari Flask dapat dikatakan cukup tinggi dibandingkan dengan *framework* lainnya.

III. PERANCANGAN SISTEM

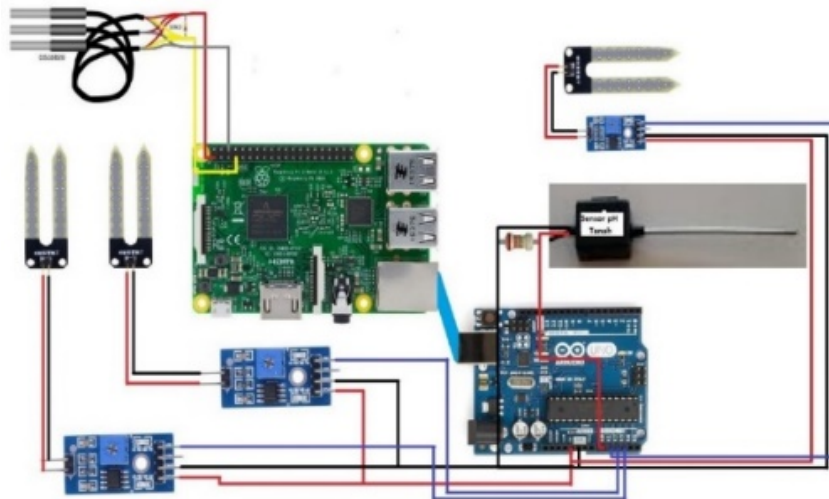
Seperti yang sudah dijelaskan pada Gambar 1, sistem monitoring komposter ini dilengkapi dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang seluruhnya bertujuan untuk dapat mengakuisisi data dari *multisensory system* yang ada untuk ditampilkan pada antarmuka pengguna secara otomatis dan *real time*.

3.1. Perangkat Keras Sistem

Perangkat keras merupakan penunjang utama dalam sistem monitoring proses pengomposan meliputi; sensor yang digunakan, mikrokontroler yang digunakan, dan perangkat keras penunjang lainnya. Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Perangkat Keras yang digunakan pada Sistem Pengomposan

Perangkat Keras	Jumlah	Keterangan
Raspberry Pi 3 Model B+	1	Mikrokontroler Utama
Arduino Uno	1	Mikrokontroler tambahan untuk sensor ADC
Sensor Suhu DS18B20	3	Mengukur suhu dan ditempatkan pada sisi kiri, sisi tengah, dan sisi kanan drum pengomposan
Sensor Kelembaban YL-69	3	Mengukur kelembaban dan ditempatkan pada sisi kiri, sisi tengah, dan sisi kanan drum pengomposan
Sensor pH tanah	1	Mengukur pH dan ditempatkan pada sisi tengah drum pengomposan
Memory Card 16 GB	1	Kartu memori untuk <i>flash</i> sistem operasi untuk mengaktifasi dan menjalankan Raspberry Pi
USB Serial	1	Menghubungkan komunikasi serial dari Arduino ke Raspberri Pi



Gambar 3. Pengkabelan Perangkat Keras dari Keseluruhan Sistem

Berdasarkan Gambar 2 di atas dapat diperhatikan bahwa raspberry pi akan menjadi mikrokontroler utama yang akan menerima dan memproses nilai pembacaan sensor dari sensor suhu DS18B20, nilai pembacaan sensor kelembaban YL-69 dan sensor pH melalui komunikasi serial dengan mikrokontroler Arduino Uno.

3.2. Perangkat Lunak Sistem

Sistem pemantauan proses pengomposan dapat berjalan sempurna dengan didukung elemen pendukung dari peralatan komputer yang akan digunakan sebagai penghubung dalam instruksi yang digunakan. Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Perangkat Lunak yang digunakan pada Sistem Pengomposan

Perangkat Lunak	Keterangan
Sistem Operasi Raspbian	Sistem operasi berbasis Linux yang dioptimalkan untuk Raspberry Pi
Arduino IDE	Editor kode arduino untuk sensor kelembaban YL-69 dan sensor pH
Web Browser	Mesin peramban untuk menampilkan konten monitoring pengomposan
MySQL	Sistem manajemen basis data untuk menyimpan data keseluruhan sensor

Setelah dipastikan bahwa setiap sensor yang dipakai dapat bekerja dengan baik, maka akan dilakukan implementasi subsistem sensor keseluruhan dilakukan dengan memastikan seluruh pin pada mikrokontroler tersambung dengan baik.

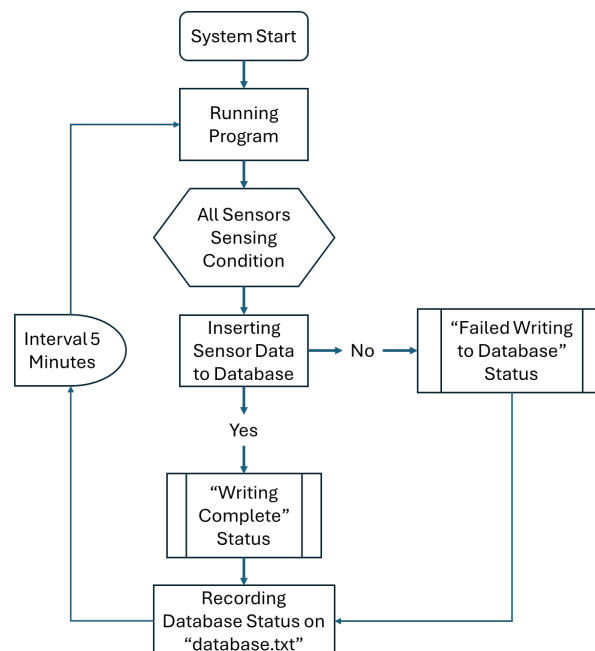
3.3. Perancangan Database

Pada perancangan sistem monitoring terhadap proses pengomposan secara otomatis, dibutuhkan basis data untuk menampung data hasil pembacaan oleh sensor. Dalam sistem ini, basis data (*database*) dibutuhkan untuk mengetahui bagaimana kondisi lingkungan seperti suhu, pH, dan kelembaban selama proses pengomposan berlangsung. Untuk memudahkan pengguna dalam memantau data yang ada, dirancang *database* dalam bentuk tabel yang terdiri atas nomor, jenis sensor, waktu, dan nilai yang dibaca oleh sensor. Oleh karena itu, *database* harus dirancang dengan baik agar proses monitoring dapat berjalan dengan baik.

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	int(11)	NO	PRI	NULL	auto_increment
time	varchar(20)	NO		NULL	
nama_sensor	varchar(20)	NO		NULL	
value	varchar(10)	NO		NULL	

Gambar 4. Basis Data pada MySQL

Pada pengolahan data ke dalam *database*, Sensor yang digunakan ada tiga jenis yaitu suhu, pH, dan kelembaban. Data hasil pengukuran sensor bervariasi, kadang bernilai bilangan bulat, dan kadang akan bernilai desimal. Sehingga penulis merancang tipe data yang akan dipakai berupa *varchar*. Pada tabel juga akan berisi waktu kapan data hasil pembacaan sensor diolah. Dengan desain tabel yang sederhana, diharapkan pengguna dapat lebih mengerti dalam melihat tabel yang ada dalam *database*.



Gambar 5. Flowchart Penyimpanan Data Sensor ke Database

Pada penelitian ini sistem pengumpulan data ke dalam database dilakukan setiap 5 menit secara berkala untuk menghindari terjadinya overload data pada penyimpanan data di mikrokontroler. Kemudian untuk memvalidasi apakah *database* berhasil atau gagal dalam menyimpan data sensor



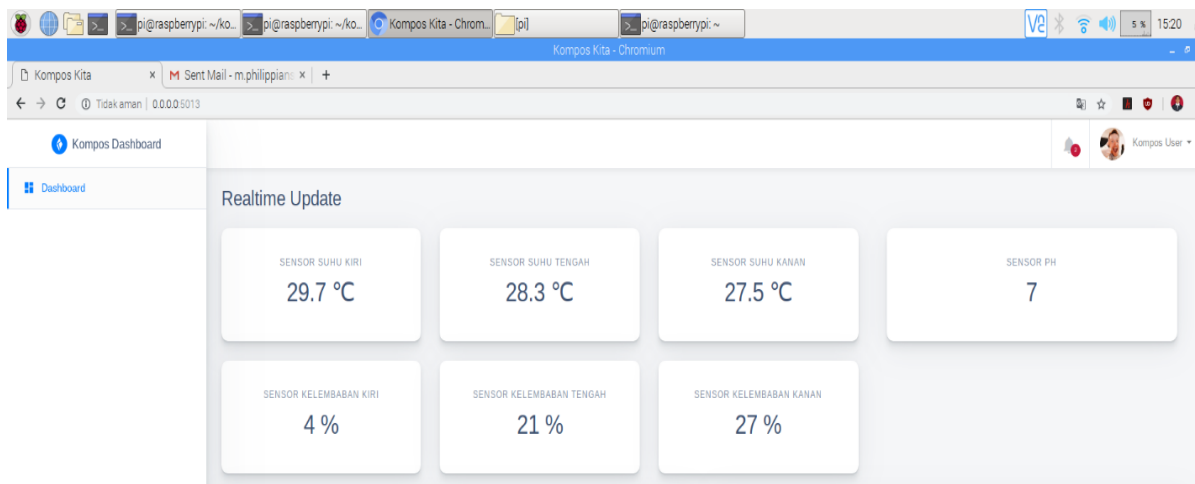
maka dibuat suatu file penampung yang akan bekerja secara *increment* menambah baris file yang berisikan informasi *timestamp* atau kurun waktu dan status *database*.

IV. HASIL IMPLEMENTASI

Pada subbab ini akan ditampilkan dan ditunjukkan hasil implementasi dari perancangan sistem akuisisi data dari keseluruhan sistem dan integrasi antara sensor dan setiap perangkat keras. Data yang dikumpulkan dan disajikan berupa hasil pengujian atau data empiris.

4.1. Hasil Implementasi Dashboard Antarmuka Pengguna

Hasil implementasi pada aplikasi *web dashboard* kompos ini merupakan antarmuka *web* yang telah dirancang sebelumnya dengan menggunakan kode program pada tahap implementasi pada bagian representasi hasil pembacaan sensor secara *realtime*. Berikut ini merupakan hasil implementasi penerapan sistem *dashboard* kompos menggunakan *web browser*:

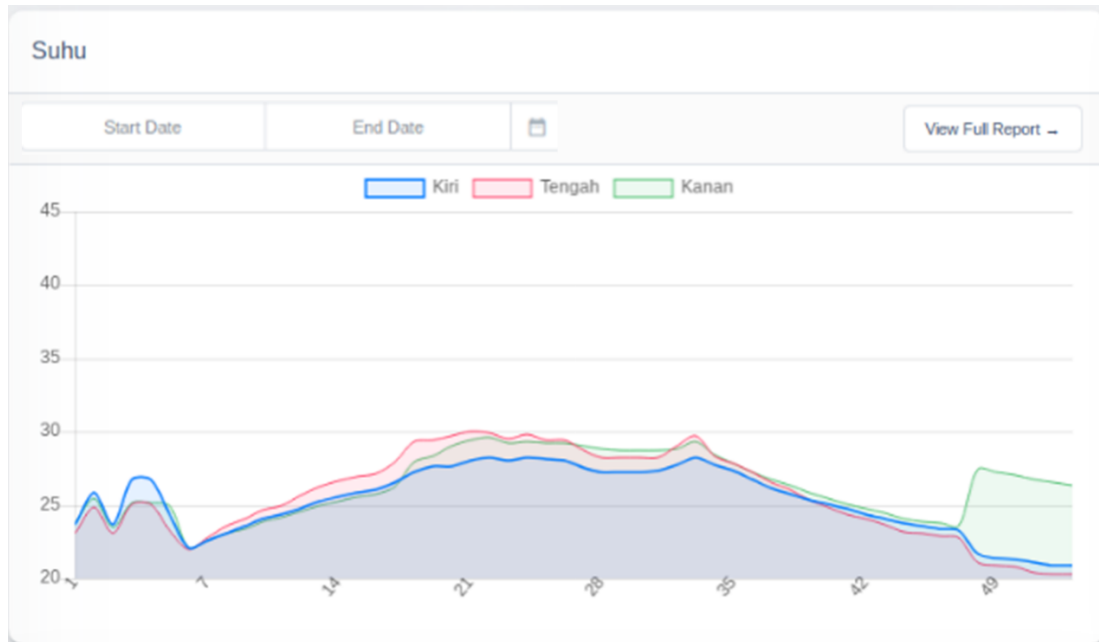


Gambar 6. Tampilan Dashboard Realtime Monitoring

Pada fitur tampilan ini dapat dilihat bahwa keseluruhan sensor yang meliputi sensor suhu(kiri, tengah, kanan), sensor kelembaban(kiri, tengah, kanan), dan sensor pH telah berhasil menampilkan kondisi *realtime* dari kondisi drum pengomposan dengan baik. Perubahan yang terjadi pada lingkungan pengomposan akan dapat dideteksi secara langsung perubahannya karena jalur *routing* komunikasi dari flask ke web html dapat terkoneksi secara baik.

4.2. Hasil Implementasi Sensor Suhu

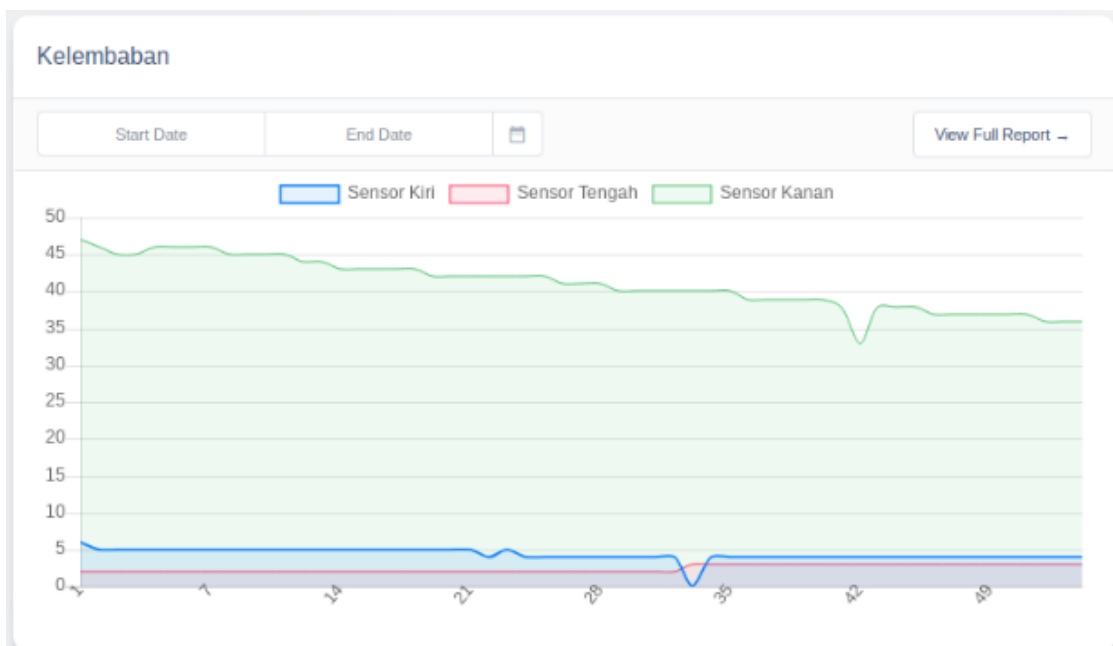
Konektivitas sensor suhu DS18B20 dengan pin-pin yang ada pada Raspberrypi akan merepresentasikan data dari ketiga sensor suhu yang telah disimpan pada penyimpanan *database*. Data yang disimpan kemudian akan diproses dan ditampilkan melalui grafik historis pada antarmuka pengguna. Data historis yang dikumpulkan dan divisualisasikan dapat memberikan gambaran jelas mengenai fluktuasi dan variasi suhu harian sehingga dapat membantu pengguna untuk melakukan analisis lebih lanjut.



Gambar 7. Data Historis Suhu Pengomposan

4.3. Hasil Implementasi Sensor Kelembaban

Konektivitas sensor kelembaban YL-69 dengan pin-pin yang ada pada arduino uno akan merepresentasikan data dari ketiga sensor kelembaban yang telah disimpan pada penyimpanan *database*. Data yang disimpan kemudian akan diproses dan ditampilkan melalui grafik historis pada antarmuka pengguna. Data historis yang dikumpulkan dan divisualisasikan dapat memberikan gambaran jelas mengenai fluktuasi dan variasi kelembaban harian sehingga dapat membantu pengguna untuk melakukan analisis lebih lanjut.

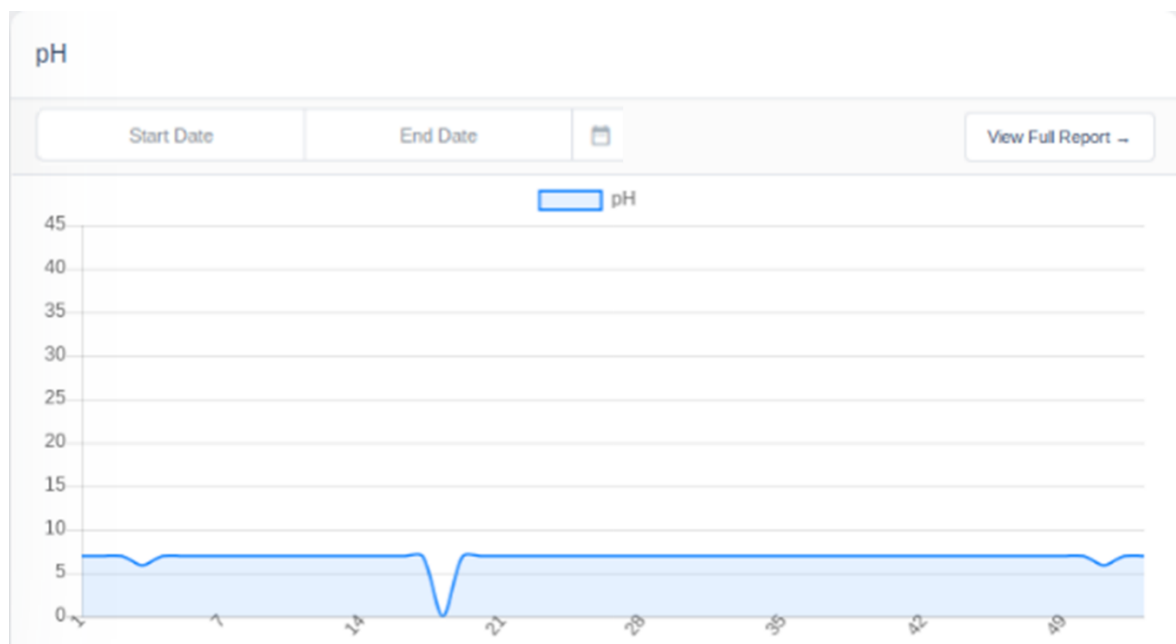


Gambar 8. Data Historis Kelembaban Pengomposan



4.4. Hasil Implementasi Sensor pH

Konektivitas sensor pH dengan pin yang ada pada arduino uno akan merepresentasikan data dari pH yang telah disimpan pada penyimpanan *database*. Data yang disimpan kemudian akan diproses dan ditampilkan melalui grafik historis pada antarmuka pengguna. Data historis yang dikumpulkan dan divisualisasikan dapat memberikan gambaran jelas mengenai fluktuasi dan variasi pH harian sehingga dapat membantu pengguna untuk melakukan analisis lebih lanjut.



Gambar 9. Data Historis pH Pengomposan

Fitur yang terdapat pada keseluruhan grafik historis berupa “Start Date” dan “End Date” akan menampilkan visualisasi keseluruhan data sensor pada interval waktu dalam rentang dua periode tersebut. Fitur “View Full Report” akan menampilkan keseluruhan data historis sensor sejak saat pertama diaktifkan hingga waktu terakhir sistem ini dijalankan.

V. KESIMPULAN

Sistem akuisisi data dengan sistem multisensor dengan sensor suhu, kelembaban, aerasi, dan pH yang dikembangkan bekerja dengan baik serta menghasilkan kualitas data yang baik. Data yang diakuisisi dari sistem multisensor berhasil dikirimkan secara otomatis ke server dengan menggunakan *framework* pada flask dan *cronjob* untuk menjalankan ulang program secara otomatis apabila terjadi *rebooting system* dan ditampilkan melalui antarmuka pengguna secara real time. Proses pengomposan dengan sistem monitoring ini mempercepat pengomposan 2 kali lebih cepat dari pengomposan dengan metode konvensional. Berdasarkan kumpulan data yang diperoleh, pengguna dapat memperoleh informasi untuk mengambil tindakan tertentu dalam *monitoring* untuk mempercepat pengomposan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Del yang telah membantu penulis dalam penelitian ini.



SENADA
Seminar Nasional Sains Data

Seminar Nasional Sains Data 2024 (SENADA 2024)
UPN “Veteran” Jawa Timur

E-ISSN 2808-5841
P-ISSN 2808-7283

REFERENSI

1. M. F. Syaifuddin and B. A. H. Destantyo, Pembuatan Pupuk Organik dari Limbah Pertanian dengan Metode Aerob dan Anaerob, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November, 2018.
2. D. William, "Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran," Jakarta, Erlangga, 1993.
3. R. Irsyad, "Penggunaan Python Web Framework Flask Untuk Pemula," STEI ITB, Bandung.
4. A. N. Fakhurulrazi and F. Yakub, "Designing an Automated Composter for Food Waste Management with the Implementation of Internet of Things," *Journal of Sustainable Natural Resources*, vol. 1 No.2, pp. 9-14, 2020.
5. M. Elalami, Y. Baskoun, F. Z. Beraich, M. Arouch, M. Taouzari and S. D. Qanadli, "Design and Test of the Smart Composter Controlled by Sensors," in *7th International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC)*, Morocco, 2019.
6. M. Kucbel, H. Raclavská, J. Růžicková, B. Švédová, V. Sassmanová, J. Drozdová, K. Raclavský and D. Juchelková, "Properties of composts from household food waste produced in automatic composters," *Journal of Environmental Management*, pp. 657-666, 2019.