

RANCANG BANGUN PEMANTAUAN PROSES DEKOMPOSISI PUPUK KOMPOS BERBASIS *LOW COST AND MULTI POINT BOARD*

¹Muhammad Komaruddin, ²Hery Dian Septama, ³Reksa Suhud Tri Atmojo

¹Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

¹Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

³Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

³reksa.suhudtri1501@students.unila.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima : 05 Januari 2019

Direvisi : 12 Maret 2019

Disetujui : 13 Maret 2019

Kata Kunci :

Dekomposisi, Pupuk kompos, *Internet of things*, NodeMCU, Thinger.io

ABSTRAK

Produksi pupuk kompos dapat dihasilkan dari permasalahan sampah organik yang ada di sekitar. Contoh permasalahan yang diambil adalah sampah daun kering di sepanjang jalan Gedung H Fakultas Teknik Universitas Lampung minimal akan terkumpul sampah daun kering ± 500 gram. Diharapkan dengan dibangunnya sistem ini dapat melakukan pemantauan terhadap proses pemantauan suhu, kadar air, dan kelembaban melalui koneksi internet berbasis *platform* Thinger.io dan Board NodeMCU V1.0 yang dari segi harga relatif murah (*low cost*) & Board NodeMCU lebih dari satu (*multi point*) sehingga ke depannya dapat membantu produsen kompos menjaga kualitas suhu dan kelembaban udara serta kelengkapan pada pupuk kompos yang sedang mengalami proses dekomposisi (penguraian) melalui metode anaerob ke tingkat kisaran intensitas ideal agar mikroba pada proses dekomposisi pupuk kompos dapat bekerja maksimal. Berdasarkan hasil penelitian, sistem yang dibuat berhasil melaksanakan pemantauan sesuai tujuan penelitian, yaitu pemantauan terhadap suhu dan kelembaban udara pada kotak *composter* serta kadar air di dalam pupuk selama masa dekomposisi pupuk kompos hingga kematangan pupuk sesuai dengan standar SNI 19-7030-2004 (dalam penelitian ini selama 14 hari). Serta berdasarkan literatur terkait, populasi mikroba di atas 7 hari meningkat drastis. Pada penelitian ini, peningkatan mikroba menyebabkan kadar air turun drastis pada hari ke-9 jam 12 siang dan hari ke-12 jam 6 pagi menjadi $< 30\%$, sehingga perlu dilakukan perhatian khusus terhadap kadar air apabila masa dekomposisi pupuk kompos memasuki tahap diatas 7 hari.

I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris. Menurut Badan Pusat Statistik pada tahun 2015 sekitar 70% penduduknya yang tinggal di daerah pedesaan memiliki profesi sebagai petani [1]. Kondisi ini berperan penting dalam sektor pertanian dan dapat menjadi andalan utama mata pencaharian penduduk Indonesia, sehingga menyebabkan permintaan penggunaan pupuk semakin meningkat. Berdasarkan data yang diperoleh dari situs web Badan Pusat Statistik (BPS), total impor pupuk dari negara lain ke Indonesia mencapai 6.859,2 ton pada tahun 2015 [2].

Produksi pupuk kompos juga sebenarnya dapat dihasilkan dari permasalahan sampah organik yang ada di lingkungan sekitar. Sebagai contoh permasalahan yang dapat diambil adalah sampah daun kering yang berguguran jatuh dari banyaknya pohon yang ada disepanjang jalan Fakultas Teknik Universitas Lampung, dari tanya jawab yang dilakukan kepada petugas kebersihan, setidaknya untuk area Gedung H Fakultas Teknik Universitas Lampung yang disapu sampah daun-daun keringnya setiap pagi minimal akan terkumpul tumpukan sampah daun kering kurang lebih 500 gram. Kemudian, sampah daun tersebut dikumpulkan menjadi satu dengan sampah sampah lain (misal: sampah plastik) dan akan diambil oleh petugas kebersihan yang biasanya menggunakan kendaraan bermotor beroda tiga dan dikumpulkan lagi di area pembuangan akhir yang tercampur dengan sampah dari gedung lain untuk kemudian dibakar. Padahal, jika dilihat dari sisi pemanfaatan sampah organik seperti daun kering dapat dimanfaatkan sebagai komposisi pembuatan pupuk kompos daripada dibakar ditempat pembuangan sampah sehingga menyebabkan polusi udara.

Produksi pupuk kompos membutuhkan proses dekomposisi (penguraian) oleh mikroba. Aktivitas mikroba (mikroorganisme) ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya suhu dan kelembaban. Pada umumnya proses pengomposan dilakukan oleh mikroba, semakin banyak mikroba yang aktif semakin cepat proses pengomposan. Mikroba dapat bekerja secara optimal pada suhu antara $<45^{\circ}\text{C}$ selama beberapa minggu tergantung jumlah bahan yang digunakan. Apabila suhu terlalu tinggi mikroba akan mati, sebaliknya jika suhu terlalu rendah mikroba akan berhenti bekerja. Kelembaban ideal pada proses pengomposan ialah pada persentase $\pm 60\%$. Kelembaban yang tidak sesuai dapat menyebabkan mikroba tidak berkembang bahkan mati [1]. Sedangkan untuk kadar air atau kelengkapan pupuk kompos yang optimal untuk laju dekomposisi pupuk kompos berkisar antara presentase $\pm 40\%$ dan $\pm 50\%$ [3].

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) merupakan sebuah teknologi dimana sebuah perangkat dan benda dapat saling terhubung bersamaan melalui jaringan internet. Dengan pemanfaatan IoT, sebuah sistem pemantauan dapat dibangun untuk memantau keadaan proses dekomposisi melalui jaringan internet. Dalam penelitian ini, akan dibangun sebuah rancangan alat *monitoring* suhu dan kelembaban yang menggunakan sensor DHT11 yang dapat memantau keadaan suhu dan kelembaban udara di sekitar pupuk kompos dan sensor kadar air menggunakan *Soil Moisture Sensor* YL-69 yang memiliki pengaruh pada proses dekomposisi pupuk. Data *monitoring* akan disajikan melalui internet yang berbasis *cloud platform* Thinger.io. Dalam beberapa kasus, pemantauan suhu dan kelembaban pada proses dekomposisi pupuk kompos biasanya dilakukan secara manual, sehingga waktu dan kinerja pembudidaya atau produsen pupuk kompos tidak efisien.

RANCANG BANGUN PEMANTAUAN PROSES DEKOMPOSISI PUPUK KOMPOS BERBASIS LOW COST AND MULTI POINT BOARD

Sehingga diharapkan dengan dibangunnya rancangan alat ini, akan turut membantu para produsen pupuk kompos.

Pada penelitian ini akan menggunakan lebih dari satu *board* NodeMCU yang akan ditempatkan dititik yang berbeda dan NodeMCU terhubung dengan sensor DHT11 dan YL-69 dan *platform web* Thingier.io. Board NodeMCU yang digunakan dikarenakan harga jualnya yang lebih murah (*low cost*) dan bentuk yang lebih ringkas dibanding *board* lain (misalnya Arduino UNO, Arduino Mega, dan sebagainya), dimana NodeMCU dapat saling diletakkan berjauhan selama dipastikan mendapat sinyal *wireless* dari modem *portable* yang cukup untuk kelancaran pengiriman data ke Thingier.io.

TABEL I

TABEL REFERENSI HARGA MODUL BOARD PER TANGGAL 31 OKTOBER 2018

Penelitian ini		Penelitian ini	
Nama Modul	Harga	Nama Modul	Harga
NodeMCU (https://shopee.co.id/Intemet-NodeMcu-V3-Modul-Development-Board-Wireless-ESP8266-i.45094814.122899202)	Rp 35.840	Arduino UNO R3 (Original Made In Italy) (https://shopee.co.id/Arduino-Uno-Original-Italy-i.55855827.954520010)	Rp 592.000
		Xbee Pro S2C ZigBee Modules 2.4Ghz 63mW (https://shopee.co.id/Xbee-Pro-S2C-ZigBee-Modules-2.4Ghz-63mW-XBP24CZ7WIT-004-i.22017720.747040282)	Rp 980.000
Total	Rp 35.840		Rp 1.572.000

Berdasarkan Tabel I referensi harga di atas dapat diambil kesimpulan bahwasanya penelitian ini menggunakan *board* yang lebih efisien dari segi harga hingga 97,71%.

Hal ini dikarenakan kelebihan dari modul NodeMCU adalah sudah tertanamnya sebuah modul *wifi* ESP8266, sedangkan jika ingin menggunakan modul Arduino UNO seperti penelitian lain maka perlu menambahkan lagi modul *wifi*, sehingga dari segi harga kurang efisien.

II. METODE PENELITIAN

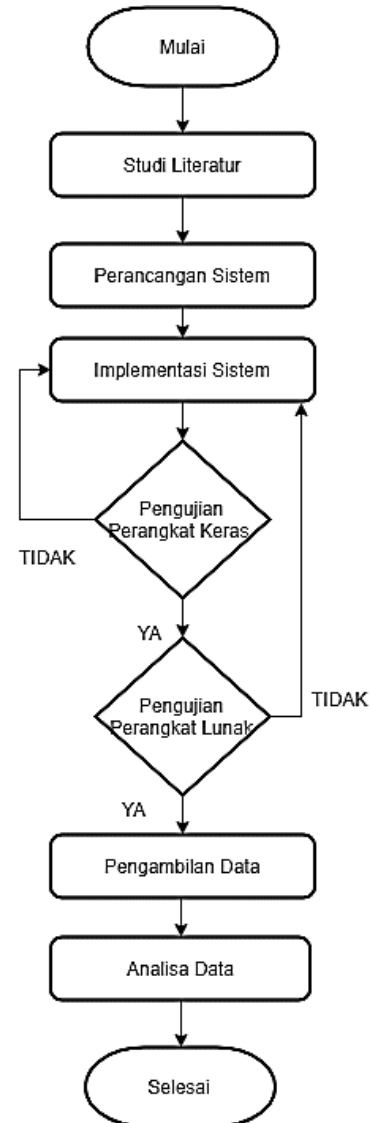
Tahapan penelitian yang dilaksanakan disajikan di dalam Gambar 1, serta alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini akan disajikan dalam Tabel II sebagai berikut.

TABEL II

ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN

No	Nama	Kuantitas (Unit)	Kegunaan
1	DHT 11	1	Sensor yang mendeteksi intensitas suhu dan kelembapan di dalam kotak penyimpanan.
2	Solar Cell	1	Sumber daya untuk NodeMCU dan Sensor
3	Solar Cell Kit	1	Menyimpan sumber daya dari Solar Cell kemudian dapat mengkonversi <i>input</i> Tegangan 12 Volt ke 5 Volt agar bisa diterima oleh NodeMCU
4	NODE MCU v1.0	1	Mikrokontroler yang berfungsi menerima <i>input</i> data suhu dan kelembapan dari sensor DHT 11 dan kadar air dari Sensor Soil Moisture YL-69
5	Sensor Soil Moisture YL-69	1	Sensor yang akan mendeteksi intensitas kadar air di dalam pupuk dengan cara ditanamkan di dalam pupuk
6	Sensor Ultrasonic HC-SR04	1	Sensor ini digunakan di dalam penelitian ini untuk melakukan pendeteksian kapasitas tersisa atau terpakai pada tabung <i>composter</i>

7	Kabel Jumper	(Secukupnya)	Menyambungkan sejumlah rangkaian kabel
8	Laptop	1	Digunakan untuk melakukan <i>coding</i> dan meng- <i>upload</i> instruksi ke dalam <i>microcontroller</i> NodeMCU
9	Kabel MicroUSB	1	Berfungsi sebagai penghubung Laptop dan <i>microcontroller</i> NodeMCU
10	Selotip Kabel	1	Untuk menutup kembali sambungan kabel serta untuk mencegah terjadinya kejutan listrik.



Gambar 1 Tahapan pelaksanaan penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A Hasil Implementasi

Hasil Implementasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Implementasi Perangkat Keras

Sensor YL-69 (nomor 5 pada Gambar 2) digunakan untuk mengukur intensitas kadar air dalam tanah, Sensor DHT11 (nomor 4 pada Gambar 2) digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan, dan sensor ultrasonik HC-SR04 (nomor 2 pada Gambar 3) digunakan untuk mengukur ruang tersisa pada kotak sampah (dalam penelitian ini disimulasikan menggunakan kotak

RANCANG BANGUN PEMANTAUAN PROSES DEKOMPOSISI PUPUK KOMPOS BERBASIS *LOW COST AND MULTI POINT BOARD*

sampah yang lebih kecil). Semua sensor dihubungkan ke mikrokontroler *board* NodeMCU, kemudian hasil nilai pembacaan sensor akan dikirimkan ke *platform cloud* Thingier.io dan divisualisasikan dalam bentuk grafik, dan sebagainya. Sensor mendapatkan sumber daya dari NodeMCU, sedangkan NodeMCU mendapatkan sumber daya dari *Solar Cell* (nomor 1 pada Gambar 2). *Solar Cell* mengkonversi energi panas matahari menjadi energi listrik kemudian disimpan ke dalam baterai yang ada di dalam *Solar Energy Kit* (Nomor 2 pada Gambar 2). Selain itu, fungsi *Solar Energi Kit* mengkonversi tegangan 12 Volt DC menjadi 5 Volt DC supaya dapat digunakan oleh NodeMCU.

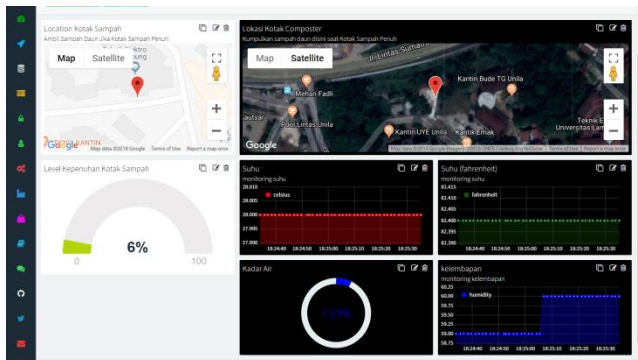


Gambar 2 Hasil implementasi kotak *composter*



Gambar 3 Hasil implementasi kotak sampah

2. Implementasi Perangkat Lunak



Gambar 4 Hasil implementasi perangkat lunak

B Pengujian Sensor

Pada tahapan ini adalah melakukan pengujian terhadap sensor mengenai seberapa besar nilai *error* sensor dengan dibandingkan terhadap alat ukur standar. Nilai *error* sensor dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Error = \frac{b-a}{b} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

a = hasil pengukuran sensor

b = hasil pengukuran alat standar

1. Pengujian Sensor HC-SR04

Nilai *error* pada sensor HC-SR04 yang digunakan diuji menggunakan skenario perbandingan pengukuran sensor yang dihadapkan dengan objek daun kemudian dibandingkan dengan pengukuran menggunakan penggaris kemudian dituliskan menggunakan Tabel III berikut.

TABEL III
PENGUJIAN *ERROR* SENSOR HC-SR04

Pengukuran Penggaris (cm)	Pengukuran HC-SR04 (cm)	Error (%)
10	10,5	4,7
15	15,3	1,96
20	20,2	0,99
Rata-rata <i>error</i>		2,55

2. Pengujian Pembacaan Suhu Sensor DHT 11

Nilai *error* suhu pada sensor DHT11 yang digunakan diuji menggunakan skenario perbandingan pengukuran sensor dibandingkan dengan pengukuran menggunakan alat ukur standar *environment measurement* Krisbow KW06-291, kemudian dituliskan menggunakan Tabel IV berikut.

TABEL IV
PENGUJIAN *ERROR* PEMBACAAN SUHU DHT11

Nama Pengujian	Pengukuran <i>Sensor</i>	Pengukuran Alat Ukur Standar (°C)	<i>Error</i> (%)
Pengujian 1	28	31	9,7
Pengujian 2	27	30,8	12,3
Pengujian 3	28	30,6	8,5
Pengujian 4	30	30,2	0,7
Pengujian 5	28	30	6,7
Rata-rata <i>error</i>			7,6

3. Pengujian Sensor YL-69

Dikarenakan keterbatasan ketersediaan alat ukur standar, nilai *error* kadar air tanah pada sensor YL-69 tidak dihitung di dalam pengujian ini.

4. Pengujian Pembacaan Kelembapan Sensor DHT11

Nilai *error* kelembapan juga dihitung pada sensor DHT11 yang digunakan diuji menggunakan skenario perbandingan pengukuran sensor dibandingkan dengan pengukuran menggunakan alat ukur standar *environment measurement* Krisbow KW06-291, kemudian dituliskan menggunakan tabel berikut.

TABEL V
PENGUJIAN *ERROR* PEMBACAAN KELEMBABAN DHT11

Nama Pengujian	Pengukuran <i>Sensor</i> (% RH)	Pengukuran Alat Ukur Standar (% RH)	<i>Error</i> (%)
Pengujian 1	47	55,2	14,9
Pengujian 2	58	60,1	3,5
Pengujian 3	61	64	4,7
Pengujian 4	50	51	2,0
Pengujian 5	47	55,6	15,5
Rata-rata <i>error</i>			8,1

C. Cara Kerja Sistem

Skenario perancangan model *prototyping* pada penelitian ini dikhususkan untuk petugas kebersihan dengan memodelkan kotak sampah organik yang ada di gedung – gedung menggunakan sebuah kotak sampah kecil berukuran panjang 11

RANCANG BANGUN PEMANTAUAN PROSES DEKOMPOSISI PUPUK KOMPOS BERBASIS *LOW COST AND MULTI POINT BOARD*

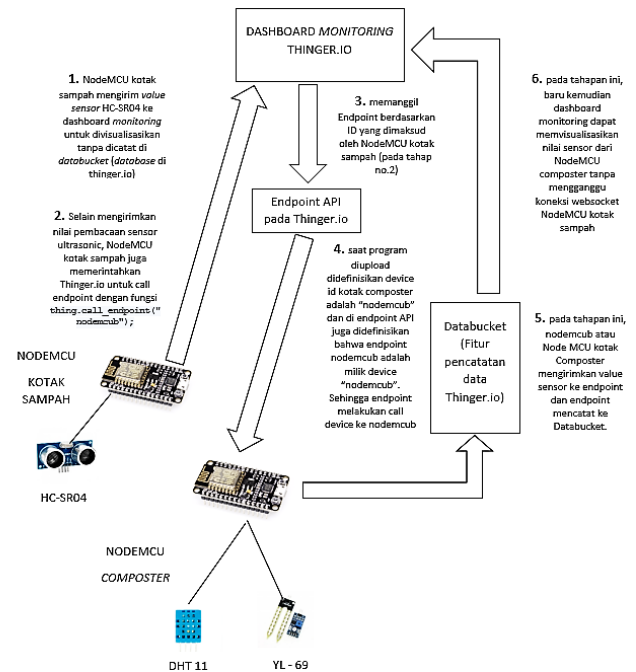
cm x lebar 12 cm, x tinggi 17,5 cm yang ditenamkan sebuah sensor ultrasonik HC-SR04 yang akan mendeteksi tingkat kepeenuhan dari kotak sampah organik tersebut, sehingga petugas kebersihan akan lebih efisien dalam pengambilan sampah ke gedung-gedung tanpa harus mengambalnya setiap pagi hari, nantinya pada sistem *monitoring* akan diberikan lokasi kotak sampah tersebut. Apabila kondisi sampah daun pada kotak sampah tersebut telah penuh maka petugas kebersihan dapat langsung mengambil sampah daun pada kotak sampah tersebut dan mengumpulkannya ke dalam tempat yang lebih besar untuk dilakukan *composting*. Berdasarkan studi literatur sensor ini dapat menjangkau hingga 3 meter sehingga kotak sampah kecil ini dapat memodelkan sebuah kotak sampah yang tingginya maksimal 3 meter agar dapat dilakukan *monitoring*.

Selanjutnya, yang dimodelkan adalah tempat yang biasanya digunakan para produsen pupuk kompos yang berupa drum berbahan plastik. Drum umumnya berbentuk silindris (tingginya lebih besar daripada panjang dan lebar secara dimensi) sehingga akan dimodelkan sebuah kotak sampah yang berbentuk silindris (pada penelitian ini selanjutnya akan disebut sebagai *Kotak Composter*) yang akan ditanamkan sensor DHT11 yang berdasarkan data sheet memiliki transmisi sinyal *sensing* di udara hingga 20 meter sehingga dapat dimungkinkan merepresentasikan sebuah drum yang tingginya hingga 20 meter ataupun media lain selain drum yang memiliki maksimal dimensi panjang 20 m x lebar 20 m x tinggi 20 meter agar dimungkinkan dilakukan pemantauan.

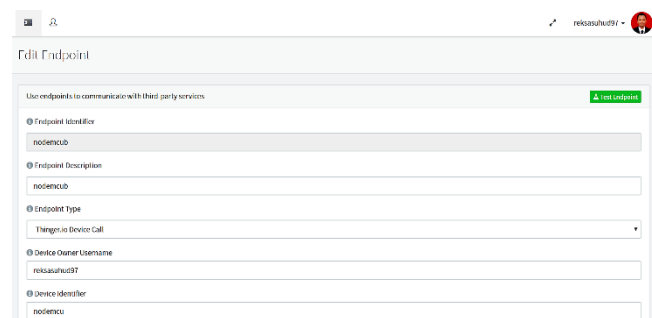
Alur kerja dari sistem ini secara teknis adalah pada *box composter* yang memodelkan sebuah drum besar akan menggunakan sumber daya energi matahari dengan bantuan *Solar Cell*. *Solar Cell* ini nantinya akan mengubah energi panas matahari menjadi energi listrik dan disimpan sementara ke dalam *Solar Energy Kit* dan selanjutnya Tegangan 12 Volt DC akan dikonversikan lagi menjadi tegangan 5 Volt DC agar dapat diterima oleh *board* NodeMCU. Pada pemodelan kotak *composter* akan ditenamkan NodeMCU kotak *composter* yang terhubung dengan Sensor DHT11 yang mendeteksi suhu dan kelembapan serta sensor YL-69 yang akan mendeteksi kadar air pada pupuk. Pada simulasi kotak sampah akan ditenamkan NodeMCU kotak sampah yang terhubung dengan sensor HC-SR04 untuk mendeteksi intensitas kepeenuhan sampah daun. Kedua buah nodeMCU tersebut akan terhubung bersamaan ke sebuah *platform* yang bernama Thingier.io, koneksi pengiriman data nilai sensor dari sebuah NodeMCU ke *dashboard monitoring* menggunakan sebuah koneksi *Websocket* TCP/IP, sehingga apabila ada lebih dari satu *board* yang mengirimkan data di waktu yang bersamaan namun hanya ada satu *dashboard* yang dibuka, maka skenario pengiriman data harus diatur, yaitu NodeMCU *Composter* menggunakan *Endpoint API* milik Thingier.io, data nilai sensor akan terlebih dahulu dikirim ke *Endpoint*, kemudian *Endpoint* akan mencatat nilai tersebut ke Data Bucket (Data *Logging* milik Thingier.io) baru kemudian nilai sensor tersebut dapat divisualisasikan tanpa mengganggu koneksi *Websocket* TCP/IP pada NodeMCU kotak sampah.

Pada tahapan pertama, NodeMCU kotak sampah mengirim *value* sensor HC-SR04 ke *dashboard monitoring* untuk divisualisasikan tanpa dicatat di data bucket (*database* di Thingier.io). Pada tahapan kedua, selain mengirimkan nilai pembacaan sensor ultrasonik, NodeMCU kotak sampah juga memerintahkan Thingier.io untuk *call endpoint* dengan fungsi `thing.call_endpoint("nodemcub")`. Kemudian, *dashboard*

monitoring akan menjalankan *API Endpoint* untuk kemudian *API* tersebut akan memanggil *Endpoint* berdasarkan ID yang dimaksud oleh NodeMCU kotak sampah (pada tahap kedua). Saat program di-*upload* didefinisikan *device id* kotak *composter* adalah "nodemcub" dan di *Endpoint API* juga didefinisikan bahwa *Endpoint nodemcub* adalah milik *device* "nodemcub" pada menu *setting* di *platform* Thingier. Sehingga *Endpoint* melakukan *call device* ke nodemcub.



Gambar 5 Skema kerja sistem



Gambar 6 Setting endpoint Thingier.io

Kemudian di tahapan selanjutnya, nodemcub atau NodeMCU kotak *Composter* mengirimkan *value* sensor ke *endpoint* dan *endpoint* mencatat ke *Databucket*, kemudian *dashboard monitoring* dapat memvisualisasikan nilai sensor dari NodeMCU *composter* tanpa mengganggu koneksi *websocket* NodeMCU kotak sampah. Meskipun nilai pembacaan sensor dikirimkan secara *realtime* setiap detik, akan tetapi pada *databucket* (Fitur *Data Log* pada Thingier) diatur agar melakukan pencatatan data setiap 15 menit sekali agar *databucket* tidak cepat *overload*. Setiap pembacaan nilai sensor akan dicatat datanya ke dalam *databucket* dengan format *timestamp* DD-MM-YYYY hh:mm:ss untuk kemudian dijadikan acuan pengambilan data pada tahapan pengambilan data.

RANCANG BANGUN PEMANTAUAN PROSES DEKOMPOSISI PUPUK KOMPOS BERBASIS LOW COST AND MULTI POINT BOARD

D. Pengambilan dan Analisa Data

Pengambilan data ini bertujuan untuk memantau suhu dan kelembapan udara serta kadar air di dalam pupuk kompos yang sedang melalui proses dekomposisi. Pemilihan waktu pengukuran yaitu pada jam 12 malam, 6 pagi, 12 siang, dan 6 sore. Pemilihan waktu ini dikarenakan pada waktu-waktu tersebut peralihan suhu dan kelembapan biasa lebih fluktuatif, hal ini berdasarkan hasil wawancara dengan pembudidaya dan jurnal yang terkait [1]. Sebelumnya, kotak *composter* yang telah berisi pupuk yang sudah dibuat diletakkan di teras rumah yang memiliki sinar matahari yang cukup untuk *Solar Cell*.



Gambar 7 Databucket di Thinger.io

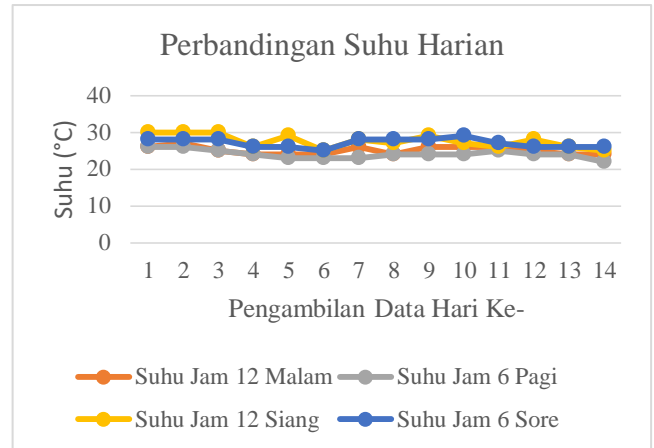
Pada penelitian ini pupuk kompos dibuat secara manual dengan bahan daun kering, larutan *starter* EM4, larutan gula, air, dan tanah sisa tanaman yang telah mati. Setelah dilakukan wawancara dengan ahli pertanian dan studi literatur yang dipelajari melalui sumber situs *web* masa dekomposisi pupuk dapat berbeda-beda bergantung pada jenis bahan yang digunakan (misalnya daun kering, gabah padi kering, jerami kering, kayu, dan sebagainya) dan jenis aktivator yang digunakan. Pada penelitian ini proses kematangan pupuk dipantau setiap 7 hari, dimana pada hari ke-14 pupuk kompos mulai menunjukkan kematangan pupuk yang siap digunakan telah sesuai dengan yang diatur oleh standar SNI 19-7030-2004, yaitu warna pupuk kompos yang telah matang berwarna coklat kehitaman, bertekstur halus, dan berbau tanah.



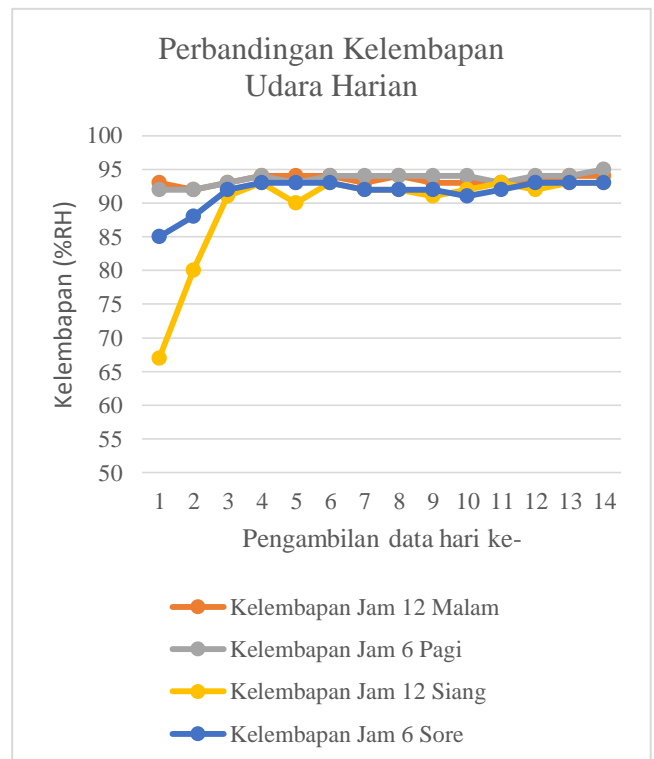
Gambar 8 Perbandingan keadaan pupuk kompos

Gambar 8 di atas merupakan gambar perbandingan antara sebelum dan sesudah hasil dari dekomposisi pupuk kompos. Dimana pada campuran larutan aktivator, tanah dan daun yang belum mengalami dekomposisi warnanya kecoklatan dan daun berwarna kuning kecoklatan yang dicacah secara manual menggunakan tangan manusia ukurannya $\pm 1,5$ cm sampai dengan kurang lebih > 3 cm setelah mengalami proses dekomposisi pupuk kompos ukuran daun mulai berkurang kurang lebih < 1 cm dan warnanya berubah menjadi kehitaman dikarenakan diurai oleh mikroba selama proses dekomposisi kompos serta warna tanah berubah dari coklat kehitaman menjadi kehitaman dan beraroma seperti bau tanah, hal ini sesuai dengan standar SNI 19-7030-2004. Dikarenakan pupuk telah matang pada hari ke-14, maka pengambilan data hanya dilakukan pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-14.

Berdasarkan data yang diambil suhu udara di dalam pupuk kompos yang perlu diperhatikan adalah pada jam 6 pagi dimana suhu paling rendah dapat tercapai yaitu 22°C dan pada jam 12 siang dimana suhu paling tertinggi dapat tercapai yaitu 30°C .



Gambar 9 Perbandingan suhu harian



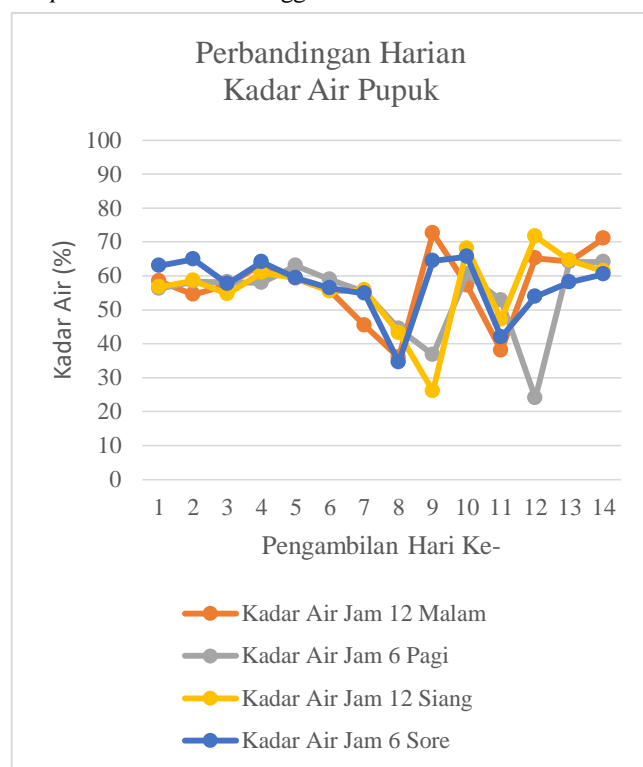
Gambar 10 Perbandingan kelembapan harian

Berdasarkan hasil pemantauan dekomposisi pupuk kompos dari hari ke-1 sampai dengan pupuk mencapai tingkat kematangan pada hari ke-14, aktivitas mikroba sudah mulai dapat terlihat pada rentang hari ke-1 sampai antara hari ke-4 hingga hari ke-6. Hal ini ditandai dengan penurunan suhu udara di dalam kotak *composter* secara terus menerus selama 4-6 hari pertama serta peningkatan kelembapan udara secara terus menerus selama 4-6 hari pertama.

RANCANG BANGUN PEMANTAUAN PROSES DEKOMPOSISI PUPUK KOMPOS BERBASIS *LOW COST* AND *MULTI POINT BOARD*

Aktivitas mikroba dapat menyebabkan peningkatan suhu pada pupuk [4], sehingga pada penelitian ini akan menyebabkan peningkatan pada kelembapan udara didalam kotak *composter* dikarenakan panas pada pupuk menyebabkan pelepasan uap air (H_2O) di udara pada kotak *composter* sehingga sensor akan mendeteksi bahwasanya kelembapan akan meningkat. Apabila semakin meningkat kelembapan udaranya, pada penelitian ini sensor DHT11 akan mendeteksi adanya penurunan suhu udara.

Oleh karena itu, berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwasanya hubungan antara suhu dan kelembapan udara di dalam kotak *composter* didalam laju proses dekomposisi pupuk kompos adalah berbanding terbalik, dimana semakin tinggi intensitas kelembapan udara di dalam kotak *composter*, maka suhu udara di dalam kotak *composter* akan menurun. Begitu juga sebaliknya dimana semakin rendah intensitas kelembapan udara di dalam kotak *composter*, maka suhu udara di dalam kotak *composter* akan semakin tinggi.



Gambar 11 Perbandingan kadar air harian

Berdasarkan sumber literatur, mulai hari ketujuh kelompok mikrobial meningkat [4]. Serta berdasarkan penelitian terkait, berkurangnya kadar air disebabkan oleh adanya aktivitas dari mikroba [5]. Pada penelitian ini, meningkatnya populasi mikroba berarti akan semakin meningkatkan aktivitas mikroba, ditandai dengan kadar air berangsur berkurang secara drastis <30%, yaitu 26,0997% pada hari ke-9 jam 12 siang dan hari ke-12 jam 6 pagi turun menjadi 24,0469%, sehingga kembali disemprotkan air kurang lebih 50 ml ke dalam pupuk sambil diaduk rata. Hal ini dapat disimpulkan pada masa dekomposisi pupuk kompos di atas 7 hari perlu diberikan perhatian lebih terhadap kadar air di dalam pupuk kompos.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem yang dibuat berhasil membuat sistem yang dari segi harga relatif lebih murah (*low cost*) hingga 97,71% dibanding penelitian sebelumnya. Serta berhasil melaksanakan pemantauan sesuai tujuan penelitian, yaitu pemantauan terhadap suhu dan kelembapan udara pada kotak *composter* serta kadar air didalam pupuk selama masa dekomposisi pupuk kompos hingga kematangan pupuk sesuai dengan standar SNI 19-7030-2004 (dalam penelitian ini selama 14 hari). Berdasarkan literatur terkait, populasi mikroba di atas 7 hari meningkat drastis. Pada penelitian ini, peningkatan mikroba menyebabkan kadar air turun drastis pada hari ke-9 jam 12 siang dan hari ke-12 jam 6 pagi menjadi <30%, sehingga perlu dilakukan perhatian khusus terhadap kadar air apabila masa dekomposisi pupuk kompos memasuki tahap di atas 7 hari.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] V. D. K and M. Syaryadhi, "Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroler ATmega328 pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos," KITEKTRO : J. Online Tek. Elektro, vol. 2, no. 3, pp. 91–98, 2017.
- [2] BPS 2017, Impor Pupuk Menurut Negara Asal Utama, 2000-2016, (<https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/1044/imp-or-pupuk-menurut-negara-asal-utama-2000-2016.html>, diakses pada tanggal 23 Desember 2018).
- [3] M. A. Kusuma, "Pengaruh Kadar Air Terhadap Laju Dekomposisi Kompos Sampah Organik Di Kota Depok", Tesis M.T., Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia, Depok, 2012.
- [4] [4] Umniyatie, "Pembuatan Pupuk Organik Menggunakan Mikroba Efektif -4 (Effective Microorganism-4)," in Pupukorganik, vol. 4, 2014, pp. 1–8.
- [5] D. A. Puspa Ratna, G. Samudro, and S. Sumiyati, "Pengaruh Kadar Air Terhadap Proses Pengomposan Sampah," vol. 06, pp. 63–68, 2017.