

Desain Sistem Monitoring Pengolahan Sampah Organik Maggot Berbasis Internet of Things

1st Youri Muhammad

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung Indonesia

yourimuhammad@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Sony Sumaryo

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung Indonesia

sonysumaryo@telkomuniversity.ac.id

3rd Agus Ganda Permana

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung Indonesia

agusgandapermana@gmail.com

Abstrak — Sampah adalah permasalahan yang paling sering ditemukan saat ini. Masih sering terlihat sampah tidak pada tempatnya atau petugas yang belum membuang sampah ke pembuangan sampah, hal seperti ini dapat menimbulkan ketidaknyamanan pada saat beraktifitas bahkan hingga menyebabkan polusi udara. Salah satu cara pengolahan sampah organik dengan menguraikan sampah organik dengan *maggot*. Oleh karena itu, petugas harus memantau pengolahan sampah organik tersebut. Umumnya pengolahan sampah organik *maggot* dipantau melalui suhu, pH dan berat untuk mengetahui kondisi *maggot* saat mengolah sampah organik. Untuk mempermudah memantau pengolahan sampah organik *maggot* yang saat ini masih dilakukan dengan cara manual dan akan memakan waktu yang cukup lama, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah alat yang dapat memantau pengolahan sampah organik *maggot* menggunakan modul sensor suhu, sensor pH dan sensor berat yang kemudian terhubung dengan *NodeMCU ESP8266* yang berfungsi sebagai *mikrokontroler* yang akan mengolah lalu mengirimkan data tersebut untuk ditampilkan kepada pengguna melalui aplikasi. Penelitian ini berhasil melakukan *monitoring* pengolahan sampah organik *maggot* berdasarkan suhu, pH dan berat dengan Tingkat *error* sensor suhu sebesar 1,32%, sensor pH sebesar 1,2%, dan sensor berat 2,9%. Hasil *monitoring* ini bisa menjadi acuan bagi para petugas untuk pengolahan sampah organik *maggot* agar tetap dalam kondisi yang baik.

Kata kunci— sampah organik, *maggot*, sistem monitoring, IoT

I. PENDAHULUAN

Sampah menjadi masalah yang tidak bisa di hindari dan akan terus berkembang. Berdampak pada lingkungan menjadi kotor dan tidak sehat jika dibiarkan begitu saja. Pengolahan sampah terutama sampah organik yang tidak benar menyebabkan sampah menjadi menumpuk yang akan mengakibatkan polusi udara serta dapat menjadi sumber penyakit. Oleh karena itu, pengolahan sampah organik perlu dikembangkan agar tidak terjadi dampak buruk dan memberi nilai positif untuk sampah organik itu sendiri. Salah satu metode pengolahan sampah organik yang sedang dikembangkan saat ini yaitu menggunakan proses dekomposisi dengan bantuan organisme berupa *maggot* atau larva dari *Black Soldier Fly (BSF)*. Dekomposisi merupakan

sebuah proses alami yang melibatkan larva serangga untuk menyerap nutrisi dari limbah organik menjadi biomassa larva serangga.[1] Larva *Black Soldier Fly (BSF)* atau sering dikenal *maggot* merupakan fase yang dimulai sejak telur BSF menetas dan fase sebelum menjadi pupa. Larva jenis ini sangat aktif memakan berbagai sampah organik seperti sampah rumah tangga berupa buah-buahan, sayuran, dan lain sebagainya. Untuk *monitoring* sampah organik saat diolah oleh *maggot*, harus memperhatikan beberapa faktor yaitu berat, suhu, pH dari sampah organik tersebut. Namun, dikarenakan pada saat ini masih melakukan pengecekan sampah organik *maggot* secara manual, sehingga sering terjadi ketidakakuratan yang berdampak pada *maggot* itu sendiri. Untuk *monitoring* pengolahan sampah organik *maggot* yang lebih akurat, beberapa peneliti telah merancang dan membuat alat *monitoring* dengan beberapa sensor dan perangkat keras IoT. Salah satu contoh dari penelitian tersebut adalah sebuah sistem *monitoring* media budidaya *maggot*. Hasil dari penelitian mereka dapat merancang dan mengaplikasikan sebuah alat yang dapat memonitoring suhu dan kelembaban yang kemudian menghasilkan output berupa nilai suhu dan kelembaban pada media budidaya *maggot*. Namun, pada penelitian ini mereka menggunakan *mikrokontroler Wemos D1 Mini* dan tidak memberikan hasil output berupa nilai berat dan pH.[2] Untuk melengkapi ketiadaan tersebut, pada penelitian ini peneliti akan mendesain sistem *monitoring* yang dapat menghasilkan output berupa nilai berat, suhu, dan pH berbasis *Internet of Things* agar memudahkan untuk memonitoring pengolahan sampah organik *maggot* tersebut.

II. KAJIAN TEORI

A. Pengolahan sampah Organik Maggot

Belatung atau *maggot* yang dihasilkan dari telur lalat hitam (BSF) sangat aktif memakan sampah organik. Proses biotransformasi oleh *maggot* ini membuat sampah lebih cepat terurai, tidak berbau, menghasilkan kompos organik dan larvanya merupakan sumber protein yang baik untuk pakan unggas dan ikan. Lalat-lalat ini tidak menularkan penyakit dan proses biotransformasi ini dianggap cukup aman bagi kesehatan manusia. Kemampuan BSF dalam mengurai sampah organik tidak perlu diragukan lagi. *Maggot* membutuhkan sampah organik selama 25 hari sebelum dapat dipanen. *Maggot* mampu menguraikan sampah organik 2-5 kali lipat dari berat badannya dalam waktu 24 jam, 1 kg *maggot* dapat mengkonsumsi 2-5 kg sampah organik per hari. Bangkai *maggot* pra-pupa dan lalat BSF dapat digunakan sebagai pakan ternak karena kandungan proteinnya yang tinggi. Kepompongnya juga dapat digunakan sebagai pupuk, sehingga tidak ada limbah baru yang dihasilkan dalam proses budidaya. Budidaya *maggot* juga cukup sederhana. Yang dibutuhkan hanyalah kandang lalat BSF untuk tempat lalat BSF kawin dan bertelur hingga menetas. Kandang harus ditutup dengan kawat atau kain kasa dan ditempatkan di lokasi yang cerah.[3] Untuk mengetahui kualitas sampah organik tersebut kita harus dapat monitoring pada saat mengolah sampah organik tersebut. Maka disini saya merancang sebuah alat monitoring untuk menunjukkan berat, suhu, dan pH sampah organik yang akan diolah dengan *maggot*.

B. Sampah Organik

Sampah didefinisikan sebagai limbah yang dihasilkan dari proses produksi industri dan rumah tangga. Sampah juga didefinisikan sebagai residu dari aktivitas manusia sehari-hari dan proses alam, membentuk sampah organik dan anorganik.[4]

C. Maggot

Maggot (Black Soldier Fly) atau dalam bahasa latin disebut *Hermetia Illucens* merupakan salah satu jenis lalat yang banyak ditemukan di Indonesia. Siklus hidup *maggot* memiliki beberapa tahapan metamorfosis dan peternakankita.com melaporkan bahwa siklus hidup *maggot* dimulai dari tahap telur dan berlanjut selama 40-43 hari dengan tahap bayi larva, larva dewasa, prapupa, pupa, dan BSF, namun seberapa cepat atau lambat perkembangan dan pertumbuhan *maggot* tergantung pada lingkungan dan media tempat *maggot* terpapar. Lalat Hitam berhenti makan dan menggunakan lemak yang tersimpan di dalam tubuhnya sebagai sumber energi. Selama periode prapupa, *maggot* cenderung merangkak keluar dari media dan mencari tempat yang kering dan gelap untuk mempersiapkan diri bermetamorfosis menjadi lalat BSF.[5] Kisaran suhu dan pH normal pada *maggot* yaitu 27-30°C dan 6,5-7,5 agar pertumbuhan *maggot* tetap terjaga.[6]

D. Sensor Suhu DS18B20



GAMBAR 1.
Sensor Suhu DS18B20

Sensor ini beroperasi pada 3-5V dan dapat mengukur suhu dari -55°C hingga 125°C. Sensor suhu ini bekerja dengan mendeteksi perubahan suhu yang menyebabkan resistensi sensor ini berubah.[7] Pada sistem *monitoring*, sensor suhu berfungsi untuk menjaga suhu pada saat *maggot* mengolah sampah organik.

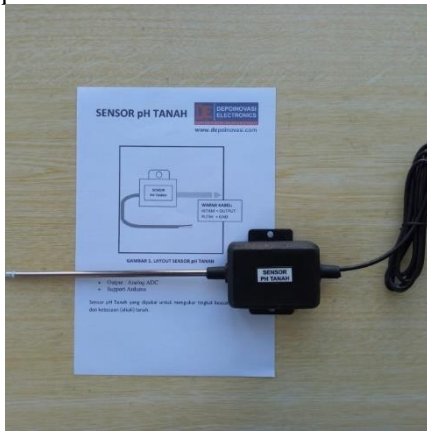
E. Sensor Berat Load Cell



GAMBAR 2.
Sensor Berat Load Cell

Sensor berat (*load cell*) adalah sensor yang berfungsi mendeteksi tekanan atau berat beban. Komponen sensor ini merupakan komponen penting dalam sistem penimbangan digital. Prinsip pengoperasian sensor berat menggunakan tekanan dengan strain gauge sebagai alat penginderanya. *Strain gauge* adalah sebuah transducer pasif yang berfungsi sebagai pengubah suatu pergeseran mekanik menjadi perubahan tahanan. Perubahan ini pun kemudian diukur menggunakan jembatan *wheatstone* yang dimana tegangan keluaran dijadikan tegangan *referensi* beban yang diterima oleh *load cell*. [8] Pada sistem *monitoring*, sensor berat berfungsi sebagai alat ukur untuk keseimbangan antara sampah organik yang akan diolah dengan *maggot* agar pertumbuhan *maggot* tetap stabil.

F. Sensor pH Tanah



GAMBAR 3.
Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah adalah sensor yang mendeteksi keasaman (asam) atau kebasaan (basa) tanah. Skala pH yang dapat diukur dengan sensor pH tanah ini berkisar antara 3,5 hingga 15. Sensor ini beroperasi pada tegangan 5 volt DC dan memiliki jangkauan pengukuran 6 cm dari ujung sensor ke tanah. Sensor ini dapat dihubungkan langsung ke *pin analog mikrokontroler* tanpa memerlukan modul penguat.[9] Pada sistem *monitoring*, sensor pH berfungsi untuk menjaga kadar pH yang dapat mempengaruhi nutrisi untuk larva.

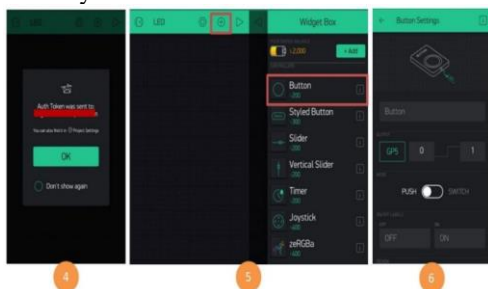
G. Internet of Things



GAMBAR 4.
Ilustrasi Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memanfaatkan hubungan konektivitas internet yang selalu aktif. *Internet of Things (IoT)* dapat digunakan di dalam ruangan untuk mengontrol berbagai perangkat elektronik dari jarak jauh melalui jaringan internet. IoT ini memungkinkan semua objek untuk berkomunikasi satu sama lain dalam satu sistem terpadu yang menggunakan internet sebagai penghubung.[10]

H. Aplikasi Blynk

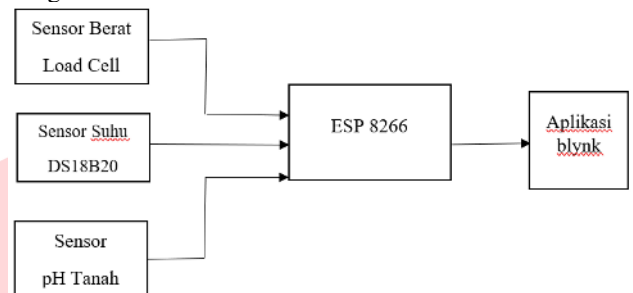


GAMBAR 5.
Dashboard Aplikasi Blynk

Blynk merupakan *node monitoring* berbasis *Internet of Things* yang mudah didapatkan. Blynk adalah *platform dashboard* digital yang dapat disesuaikan sesuai dengan apa yang diinginkan oleh pengguna. Pada versi umum tampilan antar muka blynk hanya terbatas untuk beberapa tampilan. [11]

III. PERANCANGAN SISTEM

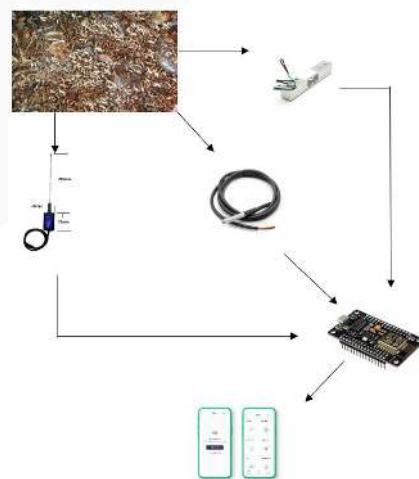
A. Diagram Blok Sistem



GAMBAR 6.
Blok Diagram Sistem

Sistem ini terdiri dari *NodeMCU ESP8266* yang berfungsi memproses dan mengirim data, sensor suhu berfungsi sebagai pendeteksi suhu, sensor pH tanah berfungsi sebagai pendeteksi pH, sensor berat berfungsi sebagai pendeteksi berat dan aplikasi blynk yang berfungsi sebagai penerima data yang telah dikirimkan lalu ditampilkan pada *smartphone*. Secara umum, cara kerja dari sistem ini dengan memasukkan sampah organik *maggot* ketempat yang sudah kami sediakan yang dibawahnya telah kami pasang sensor berat untuk mendeteksi berat, setelah itu sensor suhu dan pH tanah dimasukan untuk mendeteksi suhu dan pH dari sampah organik *maggot* yang akan diolah. Lalu data yang dibaca oleh sensor kemudian dikirimkan ke *NodeMCU ESP8266* untuk di proses. Data yang telah diproses kemudian akan dikirimkan ke aplikasi blynk untuk ditampilkan pada *smartphone*.

B. Desain Perangkat Keras

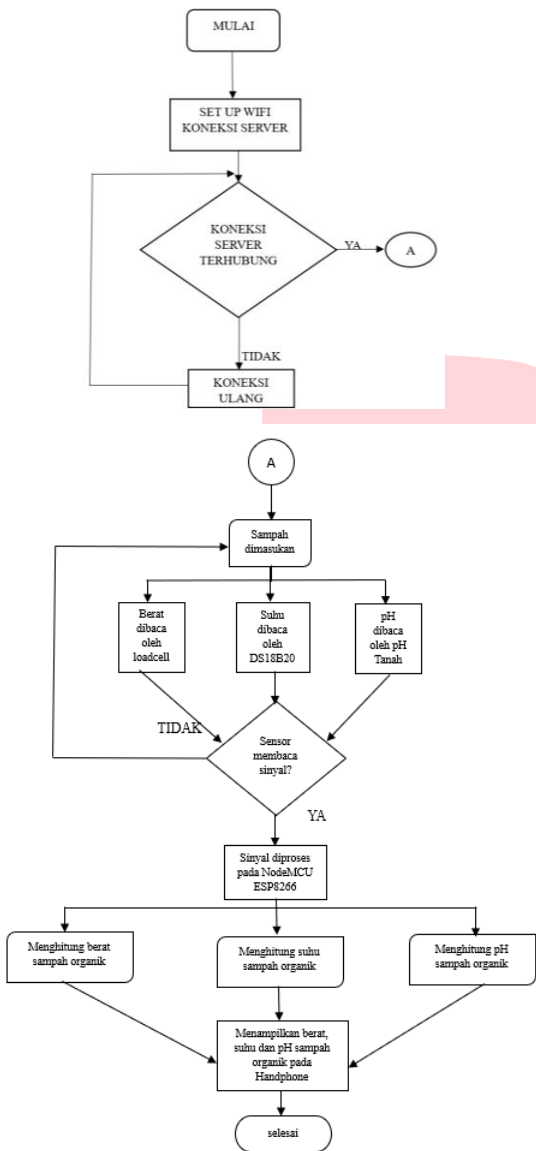


GAMBAR 7.
Desain Perangkat Keras

Perangkat keras dari alat monitoring pengolahan sampah organik *maggot*. Sensor *loadcell*, sensor DS18B20, dan sensor pH nantinya akan mengirimkan sinyal ke ESP8266

yang kemudian data tersebut akan dikirimkan ke aplikasi blynk yang dapat diakses dari *handphone* maupun *laptop*.

C. Desain Perangkat Lunak



GAMBAR 8.
Diagram Alir

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan cara membandingkan pengukuran nilai yang terbaca oleh sensor dengan menggunakan alat ukur *4 in 1 Soil Survey Instrument TPH01803*.

TABEL 1.
Hasil Pengujian Sensor Suhu

Uji Ke-	Nilai Pengukuran Sensor DS18B20	Nilai Pengukuran <i>Soil Survey Instrument TPH01803</i>	Selisih	Error
1	29	30	1	3,3%
2	29	29	0	0%
3	30	30	0	0%
4	31	30	1	3,3%
5	31	31	0	0%
6	30	29	1	3,4%
7	29	29	0	0%
8	29	29	0	0%
9	30	31	1	3,2%
10	29	29	0	0%
Rata-Rata			0,4	1,32%

Tabel 1. menunjukan hasil dari pengukuran sensor suhu dan *Soil Survey instrument* dari 10 kali percobaan. Terdapat selisih antara pengukuran menggunakan sensor DS18B20 dan *Soil Survey Instrument-TPH01803* dengan rata-rata selisih 0,4 yang nantinya akan dijadikan sebagai nilai kalibrasi.

B. Pengujian Sensor pH Tanah

Pengujian Sensor pH Tanah dilakukan dengan cara membandingkan pengukuran nilai yang terbaca oleh sensor dengan alat ukur *4 in 1 Soil Survey Instrument TPH01803*.

TABEL 2.
Hasil Pengujian Sensor pH Tanah

Uji Ke-	Nilai Pengukuran Sensor pH Tanah	Nilai Pengukuran Soil Survey Instrument TPH01803	Selisih	Error
1	6,92	7,0	0,08	1,1
2	6,5	6,5	0	0
3	6,45	6,5	0,05	0,7
4	6,89	7,0	0,11	1,5
5	7,8	8,0	0,2	2,5
6	7,43	7,5	0,07	0,9
7	7,5	7,5	0	0
8	7,25	7,5	0,25	3,3
9	7,0	7,0	0	0
10	7,35	7,5	0,15	2
Rata-Rata			0,7	1,2

Tabel 2 menunjukkan hasil dari pengukuran sensor pH Tanah dan Soil Survey instrument dari 10 kali percobaan. Terdapat selisih antara pengukuran menggunakan sensor pH Tanah dan *Soil Survey Instrument* dengan rata-rata selisih 0,7.

C. Pengujian Sensor Load Cell

Pengujian *Sensor Load Cell* dilakukan dengan cara membandingkan pengukuran nilai yang terbaca oleh sensor dengan alat timbangan digital.

TABEL 3.
Hasil Pengujian Sensor Berat

Berat (Kg)	Load Cell (kg)	Selisih	Error
0	0,02	0,02	0
5	5,05	0,05	1
10	10,12	0,12	1,2
15	15,08	0,08	0,5
20	20	0	0
25	24,97	0,03	0,12
30	30,04	0,04	0,13
35	35,15	0,15	0,4
40	40	0	0
Rata-Rata		0,3	2,9

D. PENGUJIAN APLIKASI BLYNK

Pengujian koneksi Blynk dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh jarak koneksi blynk tersebut. Hal ini dilakukan dengan cara mengecek jarak antara alat dengan *handphone* sebagai sumber jaringan *hotspot*.

TABEL 4.
Hasil Pengujian Aplikasi Blynk

Uji Ke-	Jarak (m)	Status
1	1 m	Terkoneksi
2	2 m	Terkoneksi
3	3 m	Terkoneksi
4	4 m	Terkoneksi
5	5 m	Terkoneksi

E. Hasil Monitoring Pengolahan Sampah Organik Maggot



GAMBAR 9.
Pemasangan Alat Monitoring

Monitoring pengolahan sampah organik *maggot* dibagi menjadi 3 kali percobaan. Pertama, pada saat sampah organik baru dimasukkan, yang kedua pada saat *maggot* mulai mengolah sampah organik hingga sampah organik terurai, dan yang ketiga pada saat selesai diolah oleh *maggot*. Berikut ini merupakan tabel dari hasil *monitoring* pengolahan sampah organik *maggot*.

TABEL 5.
Pada Saat Sampah Organik Baru dimasukkan

No.	Tanggal	Jam	Suhu	pH	Berat
1	26 September 2023	09.35	26°C	6.89	5.42 kg
2	26 September 2023	09.40	26°C	6.87	5.42 kg
3	26 September 2023	09.45	27°C	6.88	5.42 kg
4	26 September 2023	09.50	26°C	6.89	5.41 kg
5	26 September 2023	09.55	26°C	6.89	5.42 kg
6	26 September 2023	10.00	27°C	6.87	5.41 kg
7	26 September 2023	10.05	27°C	6.88	5.42 kg
8	26 September 2023	10.10	26°C	6.88	5.41 kg
9	26 September 2023	10.15	26°C	6.89	5.41 kg
10	26 September 2023	10.20	27°C	6.89	5.42 kg
Rata-Rata			26,4°C	6,88	5,41 kg

TABEL 6.

Pada Saat Maggot Mulai Mengolah Sampah Organik Hingga Sampah

Organik Terurai					
No.	Tanggal	Jam	Suhu	pH	Berat
1	26 September 2023	10.30	28 ^o C	7.15	5.42 kg
2	26 September 2023	10.35	29 ^o C	7.15	5.42 kg
3	26 September 2023	10.40	28 ^o C	7.13	5.41 kg
4	26 September 2023	10.45	28 ^o C	7.13	5.42 kg
5	26 September 2023	10.50	29 ^o C	7.13	5.42 kg
6	26 September 2023	10.55	29 ^o C	7.15	5.42 kg
7	26 September 2023	11.00	28 ^o C	7.15	5.42 kg
8	26 September 2023	11.05	28 ^o C	7.14	5.42 kg
9	26 September 2023	11.10	28 ^o C	7.14	5.41 kg
10	26 September 2023	11.15	29 ^o C	7.14	5.42 kg
Rata-Rata			28,4 ^o C	7.14	5.41 kg

TABEL 7.

Pada Saat Selesai Diolah Oleh Maggot

No.	Tanggal	Jam	Suhu	pH	Berat
1	26 September 2023	11.30	30 ^o C	6.92	5.46 kg
2	26 September 2023	11.35	31 ^o C	6.92	5.45 kg
3	26 September 2023	11.40	30 ^o C	6.90	5.45 kg
4	26 September 2023	11.45	30 ^o C	6.90	5.46 kg
5	26 September 2023	11.50	30 ^o C	6.90	5.46 kg
6	26 September 2023	11.55	30 ^o C	6.91	5.45 kg
7	26 September 2023	12.00	30 ^o C	6.91	5.45 kg
8	26 September 2023	12.05	31 ^o C	6.92	5.46 kg
9	26 September 2023	12.10	30 ^o C	6.92	5.45 kg
10	26 September 2023	12.15	30 ^o C	6.90	5.46 kg
Rata-Rata			30,2 ^o C	6.91	5.45 kg

Pada tabel diatas 5, 6, 7 merupakan hasil *monitoring* pengolahan sampah organik *maggot* yang diambil pada hari yang sama dengan 3 tahap pengujian. Pertama, tabel 5 pada saat sampah organik baru dimasukkan menghasilkan rata-rata suhu 26,4^oC , pH 6,88 dan berat 5,41. Kedua, tabel 6 pada saat *maggot* mulai mengolah sampah organik hingga sampah organik terurai terdapat peningkatan rata-rata suhu 28,4^oC dan pH 7,14. Ketiga, tabel 7 pada saat selesai diolah oleh *maggot* rata-rata suhu terus meningkat hingga 30,2^oC dan pH turun Kembali normal hingga 6,91.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian selama proses perancangan dan pengambilan data, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini: Pada penelitian ini, alat *monitoring* pengolahan sampah organik *maggot* berdasarkan suhu, pH dan berat dapat direalisasikan. Penelitian ini dapat menentukan suhu, pH dan berat dengan Tingkat *error* sensor suhu sebesar 1,32%, *error* sensor pH tanah sebesar 1,2%, dan *error* sensor berat sebesar 2,9%.

REFERENSI

- [1]Muhayyat, M. S., Yuliansyah, A. T. and Prasetya, A. (2016) “Pengaruh Jenis Limbah dan Rasio Umpan pada Biokonversi Limbah Domestik Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*)” Jurnal, vol.1,no.1,2016
- [2]Usamah Saiful Hakiem, “Monitoring dan Controlling Suhu dan Kelembapan Tempat Budidaya Maggot Menggunakan Sensor DHT-22 Berbasis IoT,” Karya Ilmiah, 2022.
- [3]DLH Probolinggo (2021) Pengolahan Sampah Organik dengan Maggot di TPA Seboro, DLH Probolinggo. 2021. (Accessed: 1 September 2023).
- [4]Rikah Mustikah, “Manfaat Sampah Organik Bagi Kehidupan,” Multi Media Center Provinsi Jawa Tengah. 2018. (Accesed: 1 september 2023)
- [5]Admin, “Morfologi dan Siklus Hidup Black Soldier Fly(BSF),” Perternakan Kita. 2017. (Accesed: 3 september 2023)
- [6]Sholahuddin, Ato Sulistya, Retno Wijayanti, Supriyadi, Subagja, “Potensi Maggot (BSF) sebagai Pakan Ternak di Desa Miri Kecamatan Kismantoro Wonogiri,” Jurnal of Communication and Service. 5(2), 161-167, 2021.
- [7]Admin, “Pengertian dan Jenis Sensor Suhu,” WikiElektronika. 2023. (Accesed: 23 desember 2023)
- [8]W. R. padang, “Penggunaan Load Cell 250kg sebagai Sensor Berat untuk Timbangan Berat Badan berbasis Mikrokontroler Atmega 328,” Medan. 2017
- [9]R. Z. Wardah, “Deteksi Kadar Keasaman Media Tanah Untuk Penanaman Kembali Secara Monitoring”, Jartel, vol. 9, no. 4, pp. 49-54, Dec. 2019
- [10]Y. Efendi, “INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE,” Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, vol. 4, no. 1, 2018.
- [11]F. I. U. e. a. i. Satria Wicaksana, “Perancangan sistem monitoring suhu gudang berbasis Internet of Things”, CIASTECH 2018, no. september, pp. 503-511, 2018.