

OTOMATISASI SUHU, PH, DAN KELEMBAPAN PADA PROSES DEKOMPOSISI PEMBUATAN PUPUK KOMPOS BERBASIS ARDUINO

Moch Ricky Ramadhan
1512219
rickyxramadhan@gmail.com

M. Ibrahim Ashari, ST, MT.
Pembimbing 1

Dr.F. Yudi Limpraptono, ST, MT.
Pembimbing 2

Abstract— *Pengolahan sampah organik menggunakan proses pengomposan sering kali menemui kendala. Kurun waktu yang diperlukan untuk mengolah sampah organik membutuhkan waktu yang lama, kurang lebih satu bulan. Jika kebutuhan pupuk semakin meningkat, maka pengolahan sampah organik menggunakan pengomposan menjadi kurang efisien.*

Dari kendala di atas, muncul ide untuk merancang alat pengolahan sampah organik otomatisasi proses dekomposisi untuk mengatur suhu, pH, dan kelembapan pada pembuatan pupuk kompos berbasis arduino. Untuk mengetahui suhu, pH, dan kelembapan yang ideal, alat ini terdapat sensor suhu DHT11, sensor pH, dan soil moisture agar proses pengolahan pupuk dapat sesuai dengan parameter yang dibutuhkan. Waktu yang dibutuhkan dalam proses pengolahan adalah 14 hari.

Dari pengujian alat yang telah dilakukan, hasil sensor DHT11 mendapatkan rata-rata error pembacaan sensor sebesar 3,14%. Sensor soil moisture diketahui bahwa semakin basah keadaan suatu tanah maka nilai tegangan analog output yang dihasilkan semakin rendah, keadaan sensor kering (0%) maka nilai tegangan analog output 5,03, keadaan sensor lembab (30%) maka nilai tegangan analog output 2,84, keadaan sensor basah (54%) maka nilai tegangan analog output 2,34. Sensor pH tanah mendapatkan rata-rata error pembacaan sensor sebesar 5,83%.

Kata Kunci— *Pengolahan Sampah Organik, Dekomposisi, pH, Suhu, Kelembapan.*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada era globalisasi ini sampah-sampah banyak berserakan, khususnya sampah rumah tangga. Aktivitas manusia yang padat membuat sampah sering sekali diabaikan sehingga sampah menumpuk. Sampah yang dihasilkan tersebut berupa sampah organik dan anorganik. Sampah organik banyak memiliki manfaat, salah satunya dalam pembuatan pupuk kompos.

Pupuk kompos adalah salah satu pupuk organik buatan manusia yang dibuat dari proses pembusukan sisa-sisa bahan organik seperti tanaman maupun hewan. Proses pembuatan pupuk kompos memerlukan pencacahan karena semakin halus hasil perajangan

akan memudahkan dan mempercepat proses dekomposisi dan hal lain yang perlu diperhatikan dalam dekomposisi pupuk kompos adalah suhu, kelembapan, dan pH untuk menjaga berkembangnya aktifitas mikroorganisme.^[1]

Kendala yang dialami pada pembuatan pupuk kompos adalah proses pembuatan yang sangat lama sehingga para petani merasa malas dan enggan untuk membuat pupuk kompos sendiri. Proses yang dapat mempengaruhi lamanya pembuatan pupuk kompos adalah pada proses dekomposisi. Proses dekomposisi ini melibatkan mikroba dalam proses penguraian sampah organik.

Mikroba dapat bekerja secara optimal pada suhu antara $\pm 40^{\circ}\text{C}$ selama beberapa minggu tergantung jumlah bahan yang digunakan. Apabila suhu terlalu tinggi mikroba akan mati, sebaliknya jika suhu terlalu rendah mikroba akan berhenti bekerja. Kelembapan ideal pada proses pengomposan ialah pada persentase $\pm 50\%$. Kelembapan yang tidak sesuai dapat menyebabkan mikroorganisme tidak dapat berkembang bahkan bisa mati. PH kompos yang baik adalah 6,5 - 7,5 (netral) karena dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi atau penguraian.^[2]

Dari alat yang sudah ada yang dibuat oleh mahasiswa STIKOM yang bernama Rio Pratama Putra masih menggunakan satu sensor yang digunakan dalam proses dekomposisi yaitu SHT11.^[3] Maka dari itu diperlukan penambahan sensor berupa sensor soil moisture dan sensor pH agar dapat mengontrol suhu, kelembapan, serta pH lebih akurat pada proses dekomposisi agar dapat menghasilkan kinerja dan hasil dekomposisi yang maksimal.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mempercepat pembuatan pupuk kompos?
2. Bagaimana cara membuat sistem pengadukan menggunakan motor AC untuk mengaduk bahan pembuatan kompos setiap 2 hari sekali?

3. Bagaimana cara membuat sistem otomatisasi penyemprotan menggunakan pompa untuk menjaga kelembapan, dan pH yang dibutuhkan?
4. Bagaimana cara membuat sistem otomatisasi pengontrolan suhu dengan lampu agar suhu tetap dalam keadaan stabil?
5. Bagaimana cara menampilkan waktu, suhu, kelembapan serta pH untuk mengetahui parameter yang dibutuhkan dalam proses dekomposisi pada LCD?

C. Tujuan

Membuat alat otomatisasi proses dekomposisi untuk mengatur suhu, kelembapan, dan pH pada pembuatan pupuk kompos dan diharapkan alat ini kedepannya dapat membantu masyarakat serta para petani dalam mempermudah dan mempercepat pembuatan pupuk kompos dan dapat menghasilkan pupuk kompos dengan kematangan yang tepat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sampah Organik

Sampah Organik adalah Sampah/Limbah yang berasal dari sisa makhluk hidup yang ada di alam di antaranya seperti tumbuhan dan hewan, serta beberapa macam hasil dari olahan dan kemudian di buang dan kemudian terurai secara alami oleh bakteri tanpa perlu adanya capuran bahan kimia apapun dalam melakukan proses penguraian. Pengolahan yang tepat serta pemanfaatannya di antaranya seperti Pupuk Kompos dan berbagai macam untuk makanan ternak.^[4]

Pupuk kompos adalah salah satu pupuk organik buatan manusia yang dibuat dari proses pembusukan sisa-sisa bahan organik seperti tanaman maupun hewan. Proses pengomposan dapat berlangsung secara aerobik yaitu melibatkan oksigen dan anaerobik atau tanpa menggunakan oksigen di dalam prosesnya. Proses dekomposisi atau penguraian inilah yang menjadikannya disebut sebagai pupuk kompos. Sedangkan arti dari proses pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi.^[5]

B. Arduino

Arduino adalah sebuah *board* yang berfungsi sebagai mikrokontroler untuk pengendali komponen-komponen elektronika. Arduino ini dirancang untuk mempermudah semua orang untuk mengembangkan idenya ataupun tentang pekerjaannya. Arduino sendiri sebuah board yang dapat didesain sesuai dengan kebutuhan melalui software Arduino ide, semua kebutuhan desain komponen dapat dengan mudah didesain dengan menambahkan library dari komponen tersebut.^[6]

C. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah modul mikrokontroler yang menggunakan ATmega2560. Arduino Mega

2560 memiliki 54 pin input / output digital (15 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Untuk menggunakan Arduino Mega 2560 cukup sambungkan ke komputer dengan kabel USB atau daya dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai.^[7]



Gambar 2.1 Arduino Mega 2560

D. Arduino IDE

IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootloader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari software *processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.^[8]

E. Sensor Soil Moisture

Soil moisture sensor adalah sensor kelembapan yang dapat mendeteksi kelembapan dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau taman kota, atau tingkat air pada tanaman pekarangan. Sensor ini terdiri dua *probe* untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (*resistansi* kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (*resistansi* besar). Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembapan pada tanaman atau memantau kelembapan tanah.^[9]

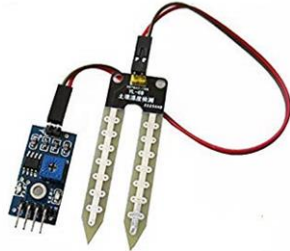
Sensor *soil moisture* memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Tegangan *input* sebesar 3.3V atau 5V

2. Tegangan *output* sebesar 0 – 4.2V
3. Arus sebesar 35 mA
4. *Value range* ADC sebesar 1024 bit mulai dari 0 – 1023 bit

Rumus pembacaan sensor tanah menjadi nilai persen :

$$(100 - (\text{nilai ADC}/1023 \times 100))$$



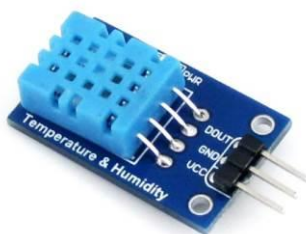
Gambar 2.2 Sensor *Soil Moisture*

F. Sensor DHT11

DHT11 adalah sensor Suhu dan Kelembaban, dia memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. mikrokontroler terhubung pada kinerja tinggi sebesar 8 bit. Sensor ini termasuk elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC. Memiliki kualitas yang sangat baik, respon cepat, kemampuan anti-gangguan dan keuntungan biaya tinggi kinerja.. Koefisien kalibrasi yang disimpan dalam memori program OTP, sensor internal mendeteksi sinyal dalam proses, kita harus menyebutnya koefisien kalibrasi. Kecil ukuran, daya rendah, sinyal transmisi jarak hingga 20 meter, sehingga berbagai aplikasi dan bahkan aplikasi yang paling menuntut. Sensor ini memiliki 3 sampai 4-pin.^[10]

Sensor *DHT11* ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Rentang pengukuran kelembaban: 20% – 95% dengan toleransi $\pm 5\%$
2. Rentang pengukuran suhu: 0-50°C dengan toleransi $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
3. Tegangan kerja: 3.3-5V
4. Sinyal output dalam bentuk digital
5. ukuran 3.2cm x 1.4cm
6. VCC: supply + 3.3-5V
7. GND: supply –
8. DATA: digital output, ke port I/O microcontroller



Gambar 2.3 Sensor *DHT11*

G. Sensor Ph Tanah

Sensor pH tanah merupakan sensor pendeteksi tingkat keasaman (acid) atau kebasaan (alkali) tanah. Skala pH yang dapat diukur oleh sensor pH Tanah ini memiliki range 3.5 hingga 9. Sensor ini dapat langsung disambungkan dengan pin analog Arduino maupun pin analog mikrokontroler lainnya, tanpa harus memakai modul penguat tambahan.^[11]

Sensor pH tanah memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Bekerja pada tegangan DC 5V
2. Support Arduino dan Mikrokontroler lainnya
3. Koefisien linearitas data PH tanah sebesar 0,9962
4. Output analog ADC

Rumus output value :

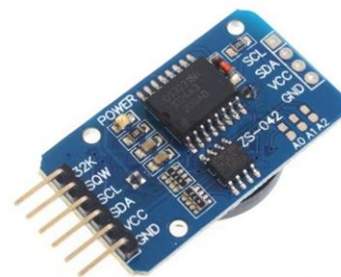
$$((-0,0693 \times \text{sensor value}) + 7,3855) \times -1$$



Gambar 2.4 Sensor *pH Tanah*

H. RTC DS3231

Real-time clock disingkat RTC adalah jam di komputer yang umumnya berupa sirkuit terpadu yang berfungsi sebagai pemelihara waktu. RTC umumnya memiliki catu daya terpisah dari catu daya komputer (umumnya berupa baterai litium) sehingga dapat tetap berfungsi ketika catu daya komputer terputus. Kebanyakan RTC menggunakan oskilator kristal.^[12]



Gambar 2.5 RTC *DS3231*

I. Relay

Relay atau saklar (*Switch*) listrik yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar ketika coil dari relay mendapatkan tegangan maka kontak-kontak dari relay tersebut akan berubah dari NC-NO maupun NO-NC

dan ketika koil dari relay tadi tidak ada tegangan maka kondisi kontak akan kembali seperti semula.^[13]



Gambar 2.6 Relay 4 Channel

J. Motor AC

Motor AC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan tegangan AC (Alternating Current). Motor AC memiliki dua buah bagian utama yaitu “stator” dan “rotor”. Stator merupakan komponen motor AC yang statis. Rotor merupakan komponen motor AC yang berputar. Motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk mengendalikan kecepatan sekaligus menurunkan konsumsi dayanya.^[14]



Gambar 2.7 Motor AC

K. Pompa AC

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek. Pada prinsipnya, pompa mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran fluida. Energi yang diterima oleh fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan – tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui. Pompa air ini menggunakan listrik 220VAC. Pompa air ini mampu memompa air sebanyak 4000 liter per jam (4000 L/h) dengan konsumsi daya 85 watt, dan frekuensinya sebesar 50hz.^[15]



Gambar 2.8 Pompa AC

L. Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi.^[16]



Gambar 2.9 Lampu Pijar

M. LCD 20x4

LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat menggunakan teknologi CMOS logic yang dapat bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya namun memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. Fungsi dari LCD yaitu sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.^[17]

LCD 20x4 ini memiliki beberapa spesifikasi sebagai berikut :

1. Terdiri dari 20 karakter dan 4 baris
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan
3. Terdapat karakter generator terprogram
4. Dapat dialamat dengan mode 4-bit dan mode 8-bit
5. Dilengkapi dengan back light



Gambar 2.10 LCD 20x4

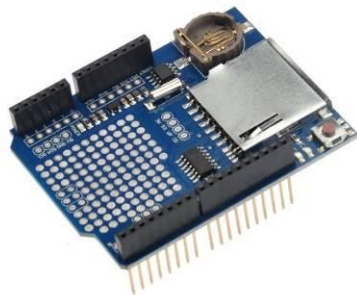
N. Data Logger Shield

Data Logger adalah sebuah komponen elektronik yang digunakan untuk mencatat atau merekam data setiap waktu yang terintegrasi dengan sensor serta instrumen. Secara singkat data logger diartikan sebagai alat untuk mencatat data atau data logging. Data logger merupakan alat yang

menggunakan mikroprosesor dan memori internal yang digunakan untuk merekam data melalui sensor.

Spesifikasi

1. *Built-in* 3,3V regulator
2. *Built-in* RTC dan *battery holder*
3. *Built-in* Slot SD Card.
4. Dapat diaplikasikan pada Arduino dan semua jenis mikrokontroller
5. Dimensi : 7 cm x 5,5 cm x 1 cm
6. Berat : 22 gram



Gambar 2.11 Data Logger Shield

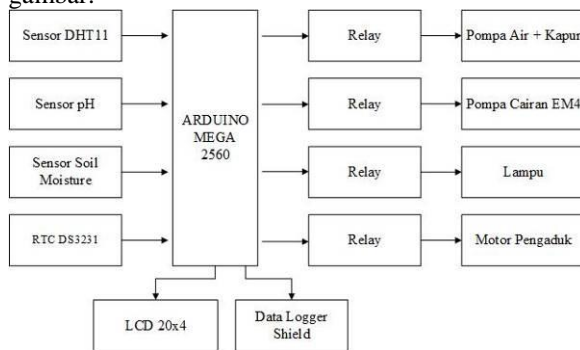
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pendahuluan

Dalam bab ini membahas tentang perancangan sistem. Pada perancangan sistem ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Pada perancangan ini akan diimplementasikan konsep dan teori dasar yang tercantum pada bab-bab sebelumnya, sehingga dapat dihasilkan alat yang sesuai dengan fungsi dan konsep awal atau perencanaan awal.

B. Perancangan Sistem

Dalam perancangan system ini, gambaran sensor dan aktuator yang dipakai akan dijelaskan pada gambar.



Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Prinsip kerja blok diagram sebagai berikut:

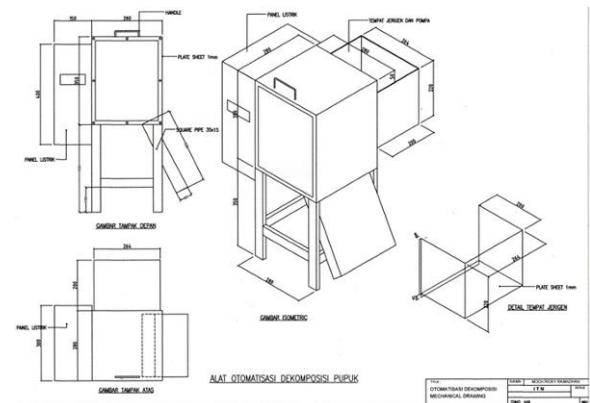
1. Mikrokontroller pada alat ini menggunakan arduino mega sebagai pemberi perintah dari

sistem, dan mengubah tegangan analog yang keluar dari sensor menjadi bentuk sinyal digital. Bentuk inilah yang dapat dibaca arduino sehingga arduino dapat menjalankan instruksi-instruksi yang telah diprogram sebelumnya. Data yang diterima dari port ADC selanjutnya akan di proses untuk memberi instruksi atau inputan untuk hardware lainnya.

2. DHT11 digunakan mendeteksi suhu dan untuk mengaktifkan relay yang terhubung dengan lampu pijar apabila terdeteksi suhu kurang dari 40° dan lampu akan mati jika suhu melebihi 40°.
3. Sensor pH digunakan untuk mendeteksi pH tanah pada campuran bahan pupuk kompos dan akan mengaktifkan relay yang terhubung dengan pompa cairan EM4 untuk menjaga pH tetap netral yaitu pada kisaran 6,5 - 7,5.
4. Sensor soil moisture digunakan untuk mendeteksi kelembapan pupuk dan akan mengaktifkan relay yang terhubung dengan pompa air ketika kelembapan yang dideteksi kurang dari 50% dan akan mati ketika kelembapan sudah mencapai 50%..
5. Motor pengaduk yang terhubung dengan relay berfungsi untuk mengaduk bahan campuran pada pembuatan pupuk kompos.
6. RTC DS3231 digunakan untuk menampilkan waktu pada proses monitoring dan mengaktifkan motor pengaduk setiap 2 hari sekali pada pukul 17.00 .
7. LCD digunakan untuk memonitoring suhu, kelembapan, pH, serta waktu dari RTC DS3231 dalam proses dekomposisi pembentukan pupuk kompos.
8. Data logger shield digunakan untuk merekam atau mencatat data pada saat alat sedang bekerja selama 1 jam sekali dan kemudian menyimpan data tersebut ke dalam SD card dalam bentuk notepad.

C. Perancangan mekanik

Pada alat otomatisasi dekomposisi ini, mekanik menggunakan bahan plat besi agar mekanik kokoh dan tidak mudah rusak. Tempat dekomposisi dapat menampung bahan yang digunakan untuk membuat pupuk seberat 3kg.

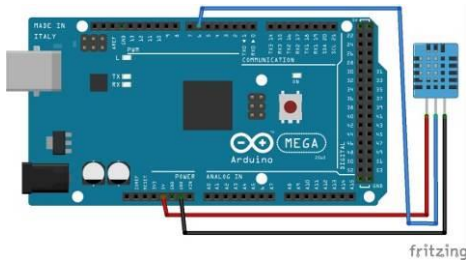


Gambar 3.2 Perancangan Mekanik Alat

D. Perancangan Perangkat Keras

1. Sensor DHT11

Pada perancangan ini DHT11 berfungsi untuk mendeteksi suhu pada ruangan yang digunakan untuk pembuatan pupuk kompos saat proses dekomposisi berlangsung.



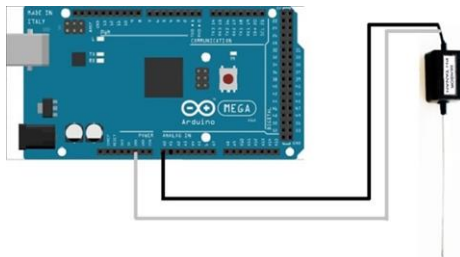
Gambar 3.3 Perancangan Sensor DHT11

Tabel 3.1 Konfigurasi Pin Sensor DHT11

DHT11	Arduino Mega
+5V	Pin 5V
Data	Pin 6
GND	Pin GND

2. Sensor Ph Tanah

Sensor pH pada perancangan ini digunakan untuk mendeteksi pH (asam dan basa) yang terkandung pada bahan yang digunakan untuk pembuatan pupuk kompos saat proses dekomposisi berlangsung.



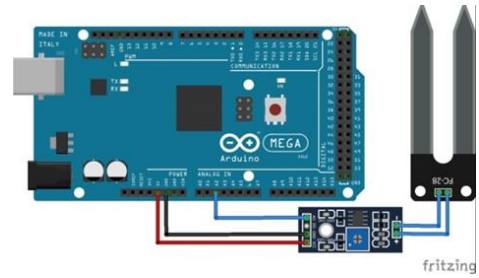
Gambar 3.4 Perancangan Sensor pH Tanah

Tabel 3.2 Konfigurasi Pin Sensor pH Tanah

Sensor ph Tanah	Arduino Mega
Kabel Putih	GND
Kabel Hitam	A0

3. Sensor Soil Moisture

Sensor soil moisture pada perancangan ini digunakan untuk mendeteksi kelembapan tanah pada bahan yang digunakan untuk pembuatan pupuk kompos saat proses dekomposisi berlangsung.



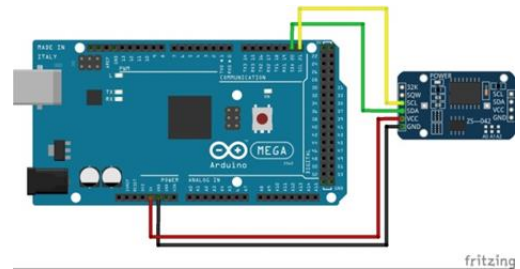
Gambar 3.5 Perancangan Sensor Soil Moisture

Tabel 3.3 Konfigurasi pin Sensor Soil Moisture

Sensor Soil Moisture	Arduino Mega
VCC	PIN 5V
Analog Output	PIN A2
GND	GND

4. RTC DS3231

RTC DS3231 pada perancangan ini digunakan untuk menampilkan waktu secara realtime..



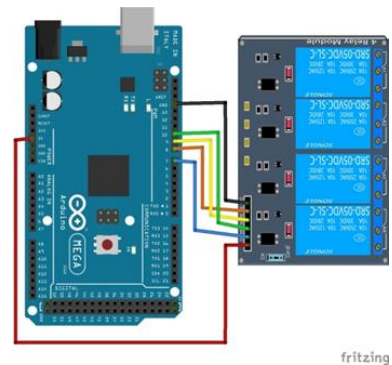
Gambar 3.6 Perancangan RTC DS3231

Tabel 3.4 Konfigurasi Pin RTC DS3231

RTC DS3231	Arduino Mega
SCL	PIN 21
SDA	PIN 20
VCC	PIN 5V
GND	GND

5. Relay

Modul relay digunakan untuk mengaktifkan dan mematikan aktuator yang digunakan pada perancangan ini seperti pompa, lampu, dan motor.



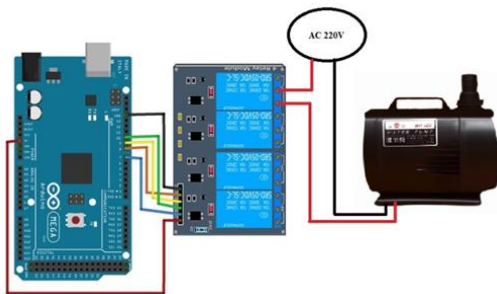
Gambar 3.7 Perancangan Relay

Tabel 3.5 Konfigurasi Pin Relay

Arduino Mega	Relay
5V	VCC
GND	GND
PIN 8	IN1
PIN 9	IN2
PIN 10	IN3
PIN 7	IN4

6. Modul Relay dan Pompa Air

Pompa pada perancangan ini menggunakan pompa AC 220V, Pompa 1 (pompa air) digunakan untuk menyemprotkan air. Pada perancangan ini pompa dihubungkan ke catu daya 220V melalui modul relay.



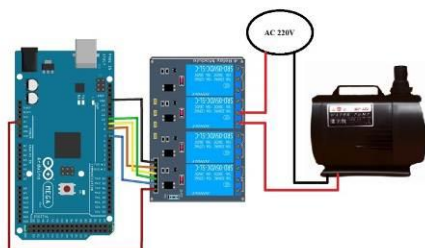
Gambar 3.8 Modul Relay dan Pompa Air

Tabel 3.6 Konfigurasi Pin Relay dan Pompa Air

Relay K1	Pompa Air
Common (COM)	N
Normally Open (NO)	220V

7. Modul Relay dan Pompa 2 (Pompa Cairan PH)

Pompa pada perancangan ini menggunakan pompa AC 220V, Pompa 2 (pompa cairan EM4) digunakan untuk menyemprotkan cairan EM4. Pada perancangan ini pompa dihubungkan ke catu daya 220V melalui modul relay.



Gambar 3.9 Pengkabelan Relay dan Pompa 2

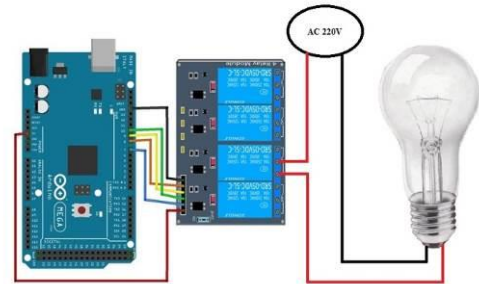
Tabel 3.7 Konfigurasi Relay dan Pompa2 (Pompa Cairan EM)

Relay K2	Pompa 1 (Pompa Cairan EM4)
Common (COM)	N

Normally Open (NO)	220V
--------------------	------

8. Modul Relay dan Lampu Pijar 100Watt

Lampu pijar 100watt digunakan untuk meningkatkan suhu pada tempat dekomposisi pembuatan pupuk kompos. Pada perancangan ini lampu dihubungkan ke catu daya AC 220V melalui modul relay.



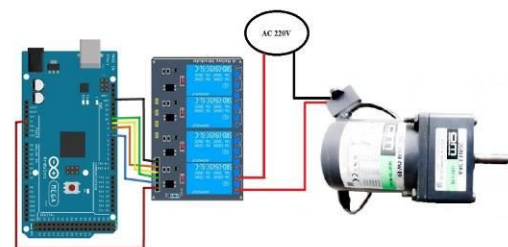
Gambar 3.10 Pengabela Relay dan Lampu Pijar 100watt

Tabel 3.8 Konfigurasi Relay dan Lampu Pijar

Relay K3	Lampu Pijar
Common (COM)	N
Normally Open (NO)	220V

9. Modul Relay dan Motor AC

Motor AC pada perancangan ini digunakan untuk mengaduk bahan yang digunakan untuk pembuatan pupuk kompos pada proses dekomposisi. Pada perancangan ini Motor AC dihubungkan ke catu daya AC 220 V melalui modul relay.



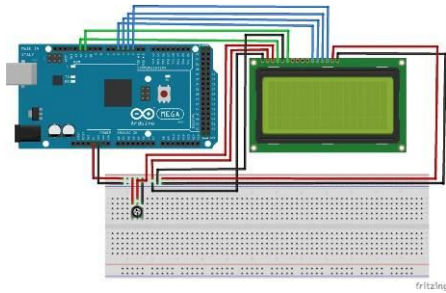
Gambar 3.11 Pengkabelan Modul Relay dan Motor AC

Tabel 3.7 Konfigurasi Relay dan Motor AC

Relay K4	Motor AC
Common (COM)	N
Normally Open (NO)	220V

10. LCD

LCD pada perancangan ini digunakan untuk menampilkan data yang didapat dari sensor yaitu berupa parameter suhu, PH, dan kelembapan serta waktu dari RTC DS3231.



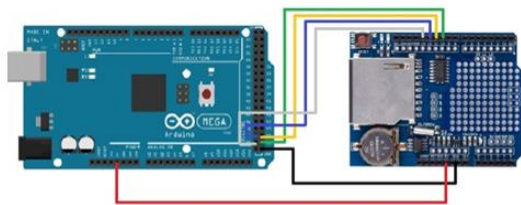
Gambar 3.12 Pengkabelan LCD

Tabel 3.9 Konfigurasi LCD dan 12C

LCD	Arduino Mega
VSS	Pin GND
VDD	Pin 5V
VO	Out VR
RS	Pin 12
RW	7GND
E	Pin 11
D4	Pin 5
D5	Pin 4
D6	Pin 3
D	Pin 2
A	5V
K	GND

11. Data Logger Shield

Data Logger Shield pada perancangan ini digunakan untuk merekam atau mencatat kerja keseluruhan alat selama 1 jam sekali, yang kemudian menyimpan data hasil perekaman ke dalam SD card dalam bentuk notepad.



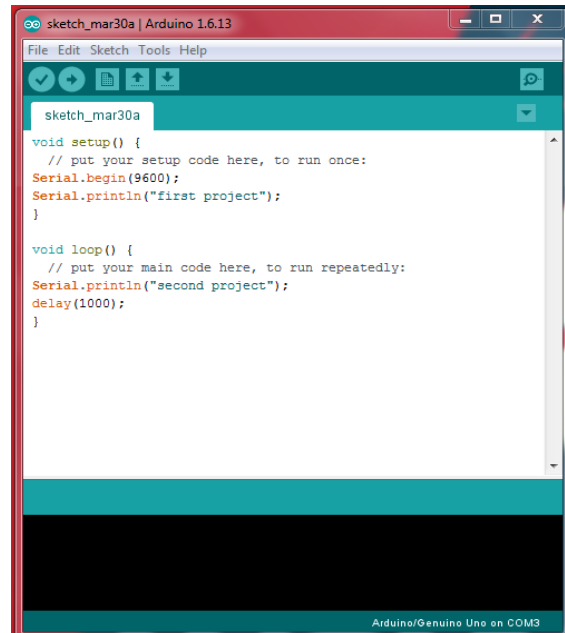
Gambar 3.13 Pengkabelan Data Logger Shield

Tabel 3.11 Konfigurasi *Data Logger Shield*

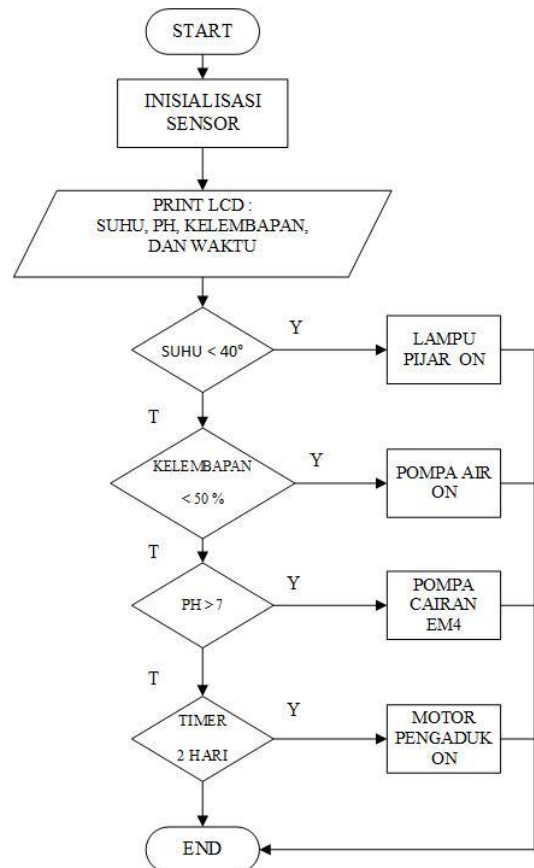
Data Logger Shield	Arduino Mega
5V	Pin 5V
GND	Pin GND
10	Pin 53
11	Pin 51
12	Pin 50
13	Pin 52

12. Perancangan Perangkat Lunak

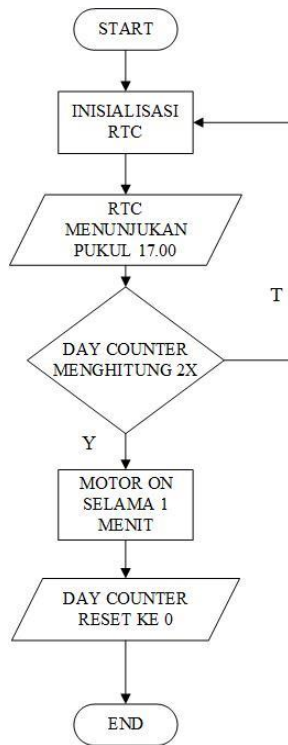
Perancangan perangkat lunak (software) terdiri dari program keseluruhan. Perancangan perangkat lunak menggunakan software Arduino IDE, yaitu software bawaan dari arduino.



Gambar 3.14 Arduino IDE



Gambar 3.15 Flowchart Sistem Keseluruhan



Gambar 3.16 Flowchart Timer Untuk Motor Pengaduk

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

E. Pendahuluan

Pada bab ini akan membahas tentang pengujian sistem yang telah dirancang sebelumnya dan hasil dari pengujian tersebut akan dijadikan dasar untuk menentukan kesimpulan serta poin – poin yang harus segera diperbaiki agar kinerja alat yang dibuat sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

1. Pengujian LCD 20x4

Pada pengujian LCD 20x4 yaitu, untuk mengetahui apakah LCD bisa menampilkan karakter yang telah diprogram. Modul LCD 20x4 ini memiliki empat baris dan di setiap barisnya dapat menampilkan maksimal 20 karakter.

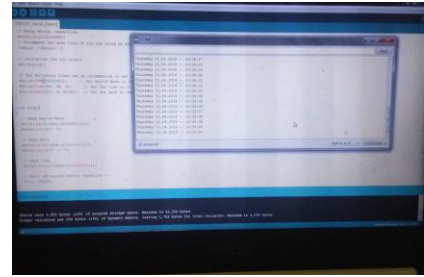
Peralatan yang digunakan:

- Modul LCD 20x4
- Arduino Mega
- Software Arduino IDE
- Catu daya 5V

Langkah pengujian:

- Menghubungkan modul LCD 20x4 ke pin 12, 11, 5, 4, 3, 2 pada Arduino.
- Membuat program pada Arduino untuk menampilkan karakter yang diinginkan.
- Mengamati tampilan pada LCD

Hasil pengujian:



Gambar 4.1 Hasil pengujian LCD 20x4

Dari hasil pegujian modul LCD 20x4 dapat menunjukkan bahwa modul tersebut dapat bekerja menampilkan karakter sesuai dengan program yang telah dibuat menggunakan software Arduino IDE.

2. Pengujian Waktu RTC

Pengujian waktu RTC ditujukan untuk mengetahui keakuratan waktu yang dihasilkan oleh RTC. Pengujian RTC dilakukan dengan membandingkan waktu yang dihasilkan RTC dengan waktu real (WIB).

Peralatan yang digunakan:

- RTC DS3231
- Arduino Mega
- Software Arduino IDE
- Catu daya 5V
- Laptop

Langkah pengujian:

- Menghubungkan Catu daya 5v pada Arduino
- Menghubungkan RTC pada pin VCC, GND, pin 20 untuk SDA dan pin 21 untuk SCL di Arduino
- Membuat program pada arduino untuk mengatur waktu rtc
- Mengamati waktu yang ditampilkan oleh serial monitor
- Mencatat hasil dari pengamatan

Hasil pengujian:



Gambar 4.2 Pengujian Waktu RTC

Tabel 4.1 Pengujian Waktu RTC

Pengujian	Waktu dan Tanggal Pada RTC	Waktu dan Tanggal Real	Ket.
1	Kamis, 11-04-2019 20 : 38 : 27	Kamis, 11-04-2019 20 : 38 : 27	Sesuai

2	Kamis, 11-04-2019 21 : 01 : 36	Kamis, 11-04-2019 21 : 01 : 36	Sesuai
3	Kamis, 11-04-2019 21 : 40 : 03	Kamis, 11-04-2019 21 : 40 : 03	Sesuai
4	Kamis, 11-04-2019 21 : 45 : 15	Kamis, 11-04-2019 21 : 45 : 15	Sesuai
5	Kamis, 11-04-2019 21 : 46 : 00	Kamis, 11-04-2019 21 : 46 : 00	Sesuai

Dari Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa tingkat keakuratan waktu yang dihasilkan oleh RTC sesuai dengan waktu real (WIB) yang ada.

3. Pengujian Suhu Ruang Dekomposisi

Pengujian suhu ruang dekomposisi dilakukan dengan cara membandingkan suhu yang dibaca oleh sensor DHT11 pada alat dengan suhu yang dibaca oleh termometer digital.

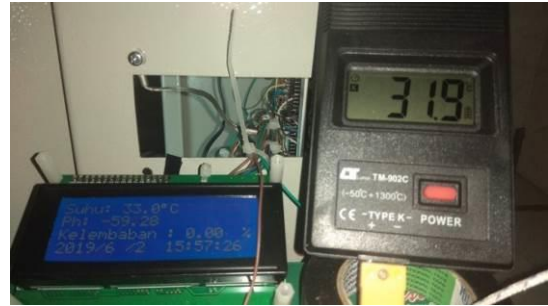
Peralatan yang digunakan :

- DHT11
- Arduino Mega
- Software Arduino IDE
- Catu daya 5V
- Relay
- Lampu 100 watt
- Termometer digital

Langkah pengujian :

- Menghubungkan sensor DHT11 dengan arduino.
- Menghubungkan relay dengan arduino.
- Menghubungkan relay dengan lampu dan listrik 220V.
- Membuat program pada arduino untuk membaca sensor DHT11.
- Membuat program untuk relay agar dapat menyalakan lampu.
- Membuat program pada arduino untuk menampilkan suhu pada LCD.
- Mengukur suhu ruang dekomposisi dengan termometer digital.
- Mengamati hasil pengukuran suhu ruang dekomposisi pada LCD.
- Mencatat hasil pengukuran pengamatan.

Hasil pengujian :



Gambar 4.3 Pengujian Suhu Ruang Dekomposisi

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Suhu Ruang Dekomposisi

Pengukuran Suhu		Selisih (°C)	Error (%)
Suhu Ruang Dekomposisi (°C)	Termometer Digital (°C)		
33	31,9	1,1	3,44
34	33,7	0,3	0,89
35	34,3	0,7	2,04
36	34,9	1,1	3,15
37	35,5	1,5	4,22
38	36,2	1,8	4,97
39	37,8	1,2	3,17
40	38,7	1,3	3,36
Rata-rata error			3,14

Rumus perhitungan error :

$$\text{Error} = \frac{\text{Selisih}}{\text{Pembacaan Termometer}} \times 100\%$$

$$\text{Rata-rata error} = \frac{\sum \text{Error}}{\sum \text{Pengujian}}$$

Dari data tabel 4.2 dapat diketahui bahwa rata-rata error pembacaan suhu ruang dekomposisi oleh sensor DHT11 dengan termometer digital adalah sebesar 3,14%.

4. Pengujian Kelembapan Tanah

Pengujian kelembapan tanah dilakukan dengan cara mengukur tegangan analog output pada saat keadaan sensor yang berbeda.

Peralatan yang digunakan :

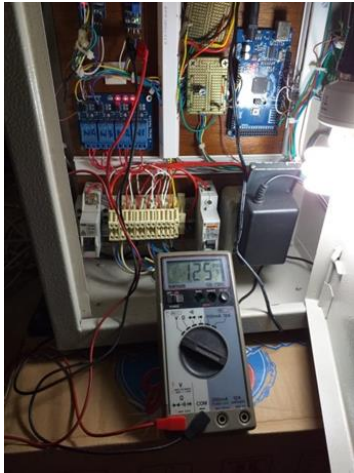
- Sensor Soil Moisture
- Arduino Mega
- Software Arduino IDE
- Avo Meter
- Catu Daya 5V
- LCD 20x4

Langkah pengujian :

- Menghubungkan sensor soil moisture ke arduino.
- Menghubungkan LCD ke arduino
- Membuat program pada arduino untuk membaca sensor soil moisture
- Membuat program untuk menampilkan nilai kelembapan di LCD
- Mengamati nilai kelembapan pada LCD

- Mengukur nilai tegangan analog output pada saat sensor keadaan kering, lembap dan basah menggunakan avo meter
- Mencatat hasil pengukuran dan pengamatan

Hasil pengujian :



Gambar 4.4 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor Kelembapan tanah

Pengujian	Keadaan Sensor	Nilai Sensor (%)	Nilai Tegangan Analog Output (V)
1	Kering	0	0
2	Lembab	25	1,25
3	Basah	60	2,48

Dari data tabel 4.3 dapat diketahui bahwa semakin basah keadaan suatu tanah maka nilai tegangan analog output yang dihasilkan oleh sensor soil moisture semakin tinggi karena air bersifat konduktor.

5. Pengujian Sensor PH

Pengujian sensor PH dilakukan dengan cara membandingkan nilai PH tanah yang dibaca oleh sensor PH melalui alat ukur PH meter. Peralatan yang digunakan :

- Sensor PH tanah
- Alat ukur PH Meter
- Arduino Mega
- Software Arduino IDE
- Catu Daya 5V
- LCD 20x4

Langkah pengujian:

- Menghubungkan sensor PH tanah dengan Arduino.
- Menghubungkan LCD dengan Arduino.
- Membuat program pada Arduino untuk membaca sensor PH.
- Membuat program pada Arduino untuk menampilkan nilai PH tanah pada LCD.
- Mengukur PH tanah dengan alat ukur.

- Mengamati hasil pengukuran PH tanah pada LCD.
 - Mencatat hasil pengukuran pengamatan
- Hasil pengujian:



Gambar 4.5 Pengujian Sensor PH Tanah

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor PH tanah

No	Sensor PH	Alat Ukur	Selisih	Error (%)
1	5	5,5	0,5	9
2	6	7	1	7,69
3	7	7	0	0
4	8	7,5	0,5	6,6
5	9	8,5	0,5	5,9
Rata-rata error				5,83

Rumus perhitungan error :

$$\text{Error} = \frac{\text{Selisih}}{\text{Pembacaan pH Meter}} \times 100\%$$

$$\text{Rata-rata error} = \frac{\sum \text{Error}}{\sum \text{Pengujian}}$$

Dari data tabel 4.4 dapat diketahui bahwa rata-rata error pembacaan nilai PH oleh sensor PH tanah dengan PH meter adalah sebesar 5,83%.

6. Pengujian Pompa

Pengujian pompa air dan pompa cairan em4 dilakukan dengan cara memberikan *input high* dan *low* yang kemudian diukur menggunakan alat ukur AVO Meter sehingga dapat mengamati hasil *output*. Peralatan yang digunakan :

- Alat ukur AVO Meter
- Pompa
- Relay
- Arduino Mega
- Catu Daya 5V
- Listrik 220V

Langkah pengujian :

- Menghubungkan relay dengan Arduino.
- Menghubungkan relay dengan pompa dan listrik 220V.
- Membuat program pada Arduino untuk menyalakan pompa dengan relay.

- Mengukur nilai tegangan *input* ketika keadaan *high* dan *low*.
 - Mengamati *output* yang dihasilkan.
 - Mencatat hasil pengukuran pengamatan
- Hasil pengujian :



Gambar 4.6 Pengujian Pompa Air Kapur Menggunakan AVO Meter



Gambar 4.7 Pengujian Pompa Cairan EM4 Menggunakan AVO Meter



Gambar 4.8 Keadaan Kedua Pompa Ketika Menyala

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Pompa Air dan Pompa Cairan Em4

No	Input	Output	Keterangan
1	0V (Low)	0V	Pompa air dan pompa cairan em4 mati
2	223V (High)	223V	Pompa air dan pompa cairan em4 menyala

Dari tabel 4.5 dapat diketahui bahwa pompa air dan pompa cairan em4 mati ketika diberikan inputan *low* dan menyala ketika diberi inputan *high*, hal ini menunjukkan bahwa kedua pompa dapat bekerja dengan baik.

7. Pengujian Lampu

Pengujian lampu dilakukan dengan cara memberikan *input high* dan *low* yang kemudian diukur menggunakan alat ukur AVO Meter sehingga dapat mengamati hasil *output*. Peralatan yang digunakan :

- Alat ukur AVO Meter

- Lampu
- Relay
- Arduino Mega
- Catu Daya 5V
- Listrik 220V

Langkah pengujian :

- Menghubungkan relay dengan Arduino.
- Menghubungkan relay dengan lampu dan listrik 220V.
- Membuat program pada Arduino untuk menyalakan lampu dengan relay.
- Mengukur nilai tegangan *input* ketika keadaan *high* dan *low*.
- Mengamati *output* yang dihasilkan.
- Mencatat hasil pengukuran pengamatan

Hasil pengujian:



Gambar 4.9 Pengujian Lampu Menggunakan AVO Meter

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Lampu

No	Input	Output	Keterangan
1	0V (Low)	0V	Lampu mati
2	214V (High)	214V	Lampu menyala

Dari tabel 4.6 dapat diketahui bahwa lampu mati ketika diberikan inputan *low* dan lampu menyala ketika diberi inputan *high*, hal ini menunjukkan bahwa lampu dapat bekerja dengan baik.

8. Pengujian Motor Pengaduk

Pengujian motor pengaduk dilakukan dengan cara memberikan *input high* dan *low* yang kemudian diukur menggunakan alat ukur AVO Meter sehingga dapat mengamati hasil *output*. Peralatan yang digunakan:

- Alat ukur AVO Meter
- Motor
- Relay
- Arduino Mega
- Catu Daya 5V
- Listrik 220V

Langkah pengujian:

- Menghubungkan relay dengan Arduino.
- Menghubungkan relay dengan motor AC dan listrik 220V.
- Membuat program pada Arduino untuk menyalakan motor dengan relay.
- Mengukur nilai tegangan *input* ketika keadaan *high* dan *low*.
- Mengamati *output* yang dihasilkan.
- Mencatat hasil pengukuran pengamatan

Hasil pengujian:



Gambar 4.10 Pengujian Motor Menggunakan AVO Meter



Gambar 4.11 Pengujian Motor Ketika Keadaan Menyala

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Motor

No	Input	Output	Keterangan
1	0V (Low)	0V	Motor mati
2	212V (High)	212V	Motor menyala

Dari tabel 4.7 dapat diketahui bahwa Motor mati ketika diberikan *inputan low* dan akan menyala ketika diberikan *inputan high*, hal ini dapat menunjukkan bahwa motor pengaduk dapat bekerja dengan baik.

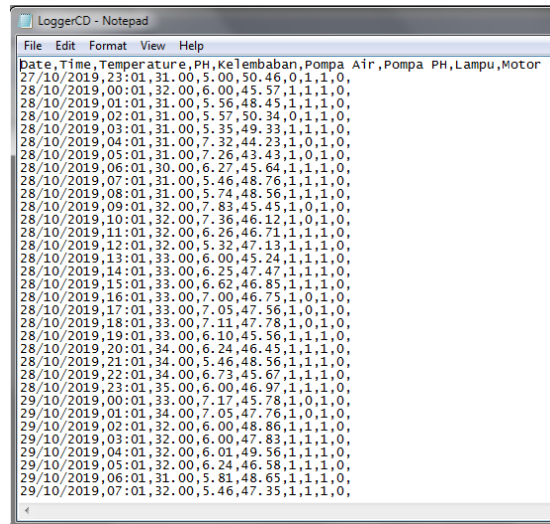
9. Pengujian Data Logger Shield

Pengujian data logger ini bertujuan untuk mengetahui apakah data logger dapat memantau dan menyimpan data hasil kerja alat selama 1 jam sekali.

Langkah pengujian :

- Menghubungkan seluruh rangkaian
- Memasukan semua bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan pupuk kompos
- Menjalankan alat otomatisasi dekomposisi pembuatan pupuk kompos
- Melihat data hasil perekaman data logger yang tersimpan pada SD card

Hasil pengujian:



Gambar 4.12 Hasil Perekaman Data Logger

Dari gambar 4.12 dapat diketahui bahwa data logger dapat merekam data hasil kerja alat 1 jam sekali sesuai dengan program.

10. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik berdasarkan perancangan yang telah dibuat, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak.

Langkah pengujian:

- Menghubungkan seluruh rangkaian
- Memasukan semua bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan pupuk kompos
- Menjalankan alat otomatisasi dekomposisi pembuatan pupuk kompos
- Mencatat waktu, nilai pada semua sensor, keaktifan dari pompa, lampu dan motor
- Membandingkan hasil dari pembuatan pupuk kompos menggunakan alat dan manual

Hasil pengujian:



Gambar 4.13 Rangkaian Keseluruhan Alat

Tabel 4.8 Pengujian Sistem Keseluruhan

Hari	Jam	DHT11	Soil Moisture	Sensor PH Tanah	Pompa Air	Pompa Cairan EM4	Motor Mixer	Lampu
1	17.00	33°	50%	8	Off	On	Off	On
2	17.00	36°	40.25%	7	On	Off	On	On
3	17.00	35°	42.34%	7	On	Off	Off	On
4	17.00	35°	41.85%	7	On	Off	On	On
5	17.00	36°	39.57%	7	On	Off	Off	On
6	17.00	37°	36.46%	6	On	Off	On	On
7	17.00	40°	33.17%	5	On	Off	Off	Off
8	17.00	38°	35%	6	On	Off	On	On
9	17.00	35°	43.37%	7	On	Off	Off	On
10	17.00	34°	48.23%	8	On	On	On	On
11	17.00	36°	37.11%	6	On	Off	Off	On
12	17.00	40°	34.67%	5	On	Off	On	Off
13	17.00	36°	38.56%	6	On	Off	Off	On
14	17.00	36°	39.85%	7	On	Off	On	On

Dari tabel 4.8 dapat diketahui bahwa lampu menyala ketika sensor DHT11 berada pada nilai dibawah 40° kemudian mati pada saat 40°, pompa air menyala ketika sensor soil moisture berada pada nilai dibawah 50% kemudian mati pada saat 50%, pompa cairan em4 menyala ketika sensor pH tanah berada pada nilai diatas 7 dan mati pada saat nilai 7, begitu juga motor pengaduk menyala setiap 2 hari sekali setiap pukul 17.00 berdasarkan program yang telah dibuat. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa keseluruhan program dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan alat.

Dari perbandingan pembuatan pupuk kompos menggunakan alat otomatisasi dekomposisi dengan pembuatan pupuk manual dapat disimpulkan bahwa menggunakan alat otomatisasi dekomposisi lebih cepat dibandingkan dengan pembuatan pupuk manual.

II. Pengujian Pupuk

Pengujian nutrisi pupuk bertujuan untuk membandingkan nutrisi pupuk setelah diaplikasikan kepada tanaman.

Langkah pengujian :

- Menanam 3 bibit sawi pada 3 wadah yang berbeda.
- Memberikan label pada setiap wadah yaitu pupuk manual, pupuk dengan alat, dan pupuk beli.
- Memberikan 1 sendok pupuk dengan pupuk yang berbeda sesuai dengan label pada wadah.
- Mengamati tanaman yang tumbuh secara berkala
- Mengukur dan mencatat tanaman yang dihasilkan
- Membandingkan hasil tanaman dari setiap pupuk yang diberikan

Hasil pengujian:



Gambar 4.14 Tanaman Setelah 35 Hari

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Pupuk

Pengukuran	Pupuk Kompos Manual	Pupuk Kompos Menggunakan Alat	Pupuk Kompos Beli
Tinggi Tanaman	15,5cm	19,5cm	23cm
Jumlah Daun	12	17	13
Lebar Daun	6cm	8cm	9,5cm

Dari tabel 4.9 dapat diketahui bahwa pupuk kompos hasil pembuatan manual memiliki kualitas dibawah pupuk kompos menggunakan alat dan pupuk kompos beli, pupuk kompos menggunakan alat memiliki kualitas diatas pupuk kompos manual dan dibawah pupuk kompos beli, sedangkan pupuk kompos beli memiliki kualitas diatas pupuk kompos manual dan pupuk kompos menggunakan alat.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, pengujian dan analisa sistem, maka dapat disimpulkan beberapa hal :

1. Hasil dari pengujian :
 - Sensor DHT11 mendapatkan rata-rata error pembacaan sensor sebesar 3,14%.
 - Sensor soil moisture diketahui bahwa semakin basah keadaan suatu tanah maka nilai tegangan analog output yang dihasilkan semakin tinggi, keadaan sensor kering (0%) maka nilai tegangan analog output 0V, keadaan sensor lembab (30%) maka nilai tegangan analog output 1,25V, keadaan sensor basah (54%) maka nilai tegangan analog output 2,48V.
 - Sensor pH tanah mendapatkan rata-rata error pembacaan sensor sebesar 5,83%.
2. Pengujian pompa air, pompa cairan EM4, lampu dan motor dapat bekerja jika diberi input low maka tidak bekerja dan jika diberi input high maka bekerja.
3. Motor pengaduk dapat bekerja setiap 2 hari sekali pada pukul 17.00 WIB sesuai dengan program.
4. Data logger dapat merekam data kerja alat selama 1 jam sekali.

5. Pembuatan pupuk kompos menggunakan alat otomatisasi dekomposisi lebih cepat dibandingkan dengan pembuatan manual dalam kurun waktu 14 hari.
6. Pupuk kompos menggunakan alat memiliki kualitas diatas pupuk kompos pembuatan manual dan dibawah pupuk kompos beli. Hal tersebut dapat diketahui dari data pengujian pupuk yang diterapkan pada tanaman sawi dengan hasil tinggi tanaman sawi menggunakan pupuk kompos manual 15.2cm, pupuk kompos menggunakan alat 19.5cm dan pada pupuk beli 23cm. Untuk jumlah daun tanaman sawi menggunakan pupuk manual 12 daun, pupuk kompos menggunakan alat 17 daun, dan pupuk kompos beli 13 daun. Sedangkan untuk lebar daun pada pupuk kompos manual 6cm, pupuk kompos menggunakan alat 8cm dan pada pupuk kompos beli 9,5cm.

B. Saran

Dalam pembuatan skripsi ini tak lepas dari berbagai kekurangan dan kesalahan baik dari segi peralatan maupun perancangan sistem. Maka dari itu agar sistem dapat menjadi lebih baik maka dapat dikembangkan lebih sempurna, saran dari penulis antara lain :

1. Menggunakan sensor pH tanah dengan pembacaan sensor yang lebih baik.
2. Mengganti sensor lain dengan tingkat keakuratan yang lebih tinggi.
3. Penambahan sensor maupun komponen lain agar pembuatan pupuk kompos menjadi lebih cepat.
4. Membuat ukuran tangki untuk air kapur dan cairan EM4 dengan kapasitas yang lebih besar agar tidak cepat habis.

REFERENSI

- [1] Islamiyah Mufidatul dan Kala'lembang Adriani, "Desain dan Pengujian Alat Penghancur Sampah Organik Berbasis Mikrokontroler Arduino uno", Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer, Indonesia, 2018
- [2] K. Vandra, Diza ; Dkk, "Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroler ATmega328 pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos", Fakultas Teknik Universitas Syah Kuala, Indonesia, 2017
- [3] Putra Rio Pratama dan Fauzi Baskoro. 2010. "Rancang Bangun Mesin Pembuat Pupuk Kompos Berbasis Mikrokontroler". Tugas Akhir. Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
- [4] Ruangguru.2018.Pengertian Sampah Organik dan Anorganik Beserta Contohnya di [https://www.ruangguru.co.id/pengertian-](https://www.ruangguru.co.id/pengertian-sampah-organik-dan-anorganik-beserta-contohnya/)
- [5] Lintangore. 2016. Pengertian pupuk kompos dan jenis-jenis kompos di <https://www.lintangore.com/2016/12/pengertian-pupuk-kompos-dan-jenis-jenis.html>
- [6] Amanah Farisatul. "Pengaruh Pengadukan dan Komposisi Bahan Kompos Terhadap Kualitas Kompos Campuran Lumpur Tinja". Fakultas Teknik Lingkungan Universitas Indonesia, Depok, 2012
- [7] W. Mochamad Fajar dan Hidayat. 2017. Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino. Bandung : Penerbit INFORMATIKA
- [8] Arduino,2019. Datasheet Arduino Mega 2560. <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>
- [9] Sinauarduino.2016.Mengenal Arduino Software (IDE) di <https://www.sinauarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/>
- [10] Husdi. "Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 dan Arduino Uno", Universitas Ichsan Gorontalo, ILKOM Jurnal Ilmiah Volume 10 Nomor 2 Agustus 2018
- [11] Humidity & Temperature Sensor (DHT 11), " D-Robotics, 2010. (www.droboticsonline.com)
- [12] Meivaldi, Rido.2018. "Sistem Pengecekan PH Tanah Otomatis Menggunakan Sensor PH Probe Berbasis Android Dengan Algoritma Binary Search ".Skripsi. Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi informasi. Universitas Sumatera Utara. Medan
- [13] Integrated,Maxim. 2015. Data sheet DS3231
- [14] Turang, Daniel Alexander.O .(2015).Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Lampu Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile. Seminar Nasional Informatika.
- [15] Suprianto. 2015. Motor AC : Teori Motor AC Dan Jenis Motor AC di <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/motor-ac-teori-motor-ac-dan-jenis-motor-ac/>
- [16] Kumpulan Artikel. 2016. Pengertian, Fungsi, dan Jenis-jenis Pompa <http://mangihot.blogspot.com/2016/12/pompa.html>
- [17] Wikipedia. 2018. Lampu Pijar di https://id.wikipedia.org/wiki/Lampu_pijar
- [18] Rangkaian Elektronika. 2018. LCD (Liquid Crystal Display) di <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>
- [19] Alat Uji . 2019. Mengenal Data Logger dan Pengertiannya di <http://www.alatuji.com/m/article/detail/836/mengenal-data-logger-dan-pengaplikasiannya/>