

**SISTEM IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK  
PEMANTAUAN PROSES PENGURAIAN SAMPAH ORGANIK  
DAN BAKTERI PENGURAI PADA TEMPAT SAMPAH  
DENGAN METODE FUZZY LOGIC**

**Tugas Akhir**

**diajukan untuk memenuhi salah satu syarat**

**memperoleh gelar sarjana**

**dari Program Studi Teknologi Informasi (Kampus Kota Surabaya)**

**Fakultas Informatika**

**Universitas Telkom**

**1202200019**

**Andika Putra Prasetya**



**Program Studi Sarjana Teknologi Informasi (Kampus Kota  
Surabaya)**

**Fakultas Informatika**

**Universitas Telkom**

**Surabaya**

**2024**

Jurnal Tugas Akhir Fakultas Informatika

Mei-2024

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SISTEM IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK PEMANTAUAN PROSES  
PENGURAIAN SAMPAH ORGANIK DAN BAKTERI PENGURAI PADA TEMPAT  
SAMPAH DENGAN METODE FUZZY LOGIC**

*IoT (Internet of things) System for Monitoring The Decomposition Process of Organic Waste  
and Decomposing Bacteria in Trash Cans Using The Fuzzy Logic Method*

**NIM : 1202200019**

**Andika Putra Prasetya**

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar pada Program Studi Sarjana Teknologi Informasi (Kampus Kota Surabaya)

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Surabaya, 12/08/2024

Menyetujui

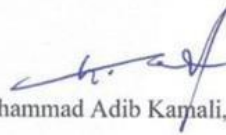
Pembimbing I,



Dr. Helmy Widyantara, S.Kom., M.Eng.

NIP. 19790001

Pembimbing II,



Muhammad Adib Kamali, S.T., M.Eng.

NIP. 22970007

Ketua Program Studi  
Sarjana Teknologi Informasi,



Bernadus Anggo Seno Aji, S.Kom., M.Kom.

NIP. 23929009

**LEMBAR PERNYATAAN**

Dengan ini saya, Andika Putra Prasetya, menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul SISTEM IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK PEMANTAUAN PROSES PENGURAIAN SAMPAH ORGANIK DAN BAKTERI PENGURAI PADA TEMPAT SAMPAH DENGAN METODE FUZZY LOGIC beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya,

Surabaya, 19/07/2024

Yang Menyatakan



Andika Putra Prasetya

# SISTEM IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK PEMANTAUAN PROSES PENGURAIAN SAMPAH ORGANIK DAN BAKTERI PENGURAI PADA TEMPAT SAMPAH DENGAN METODE FUZZY LOGIC

Andika Putra Prasetya<sup>1</sup>, Helmy Widyantara<sup>2</sup>, Muhammad Adib Kamali<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Surabaya

<sup>1</sup>andikaputra@student.telkomuniversity.ac.id,

<sup>2</sup>helmywidyantara@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>adibmkamali@telkomuniversity.ac.id

---

## Abstrak

Sampah salah satu permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat, Permasalahan ini muncul akibat pertumbuhan populasi dan pola konsumsi yang semakin tinggi, menyebabkan peningkatan produksi sampah yang signifikan di Kota Surabaya. Dari muatan sampah tersebut, tercatat 60 persen didominasi oleh organik. Penelitian ini mencakup tahapan desain sistem *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pemantauan real-time dengan monitor terhadap suhu, kelembapan, gas metana, di tempat sampah. Data yang diperoleh digunakan untuk mengoptimalkan kondisi lingkungan dalam tempat sampah, memastikan kinerja maksimal bakteri pengurai, dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Proses ini dimulai dengan pengumpulan sampah organik, peneliti melakukan pemilahan dan pemisahan yang cermat untuk memastikan hanya bahan organik yang masuk ke dalam proses penguraian. Metode pada penelitian ini menggunakan *Fuzzy Logic* yang dimana sensor mengeluarkan cairan *microbac* secara otomatis jika kelembapan di kurang 70% menggunakan pompa wiper. Sensor DHT22 dan MQ4 dimasukkan kedalam toples yang berukuran 5 liter untuk mendeteksi kandungan suhu, kelembapan, dan gas pada proses penguraian sampah. Proses pemantauan dan pengolahan data didukung oleh aplikasi blynk yang digunakan sebagai antarmuka monitoring yang menunjukkan hasil dari suhu dan kelembapan berapa persen lalu untuk gas metana ada seberapa besar ppm (*parts per million*) nya. Dengan demikian, Hasil akhir dari proses ini berupa humus atau pupuk organik yang sangat berguna untuk mengurangi sampah organik di Kota Surabaya.

**Kata kunci :** *Internet of Things*, Tempat Sampah, Sampah Organik , ESP 8266, Bakteri

---

## Abstract

*Waste is one of the problems faced by society. This problem arises due to population growth and increasingly high consumption patterns, causing a significant increase in waste production in the city of Surabaya. Of the waste load, it was recorded that 60 percent was dominated by organic. This research includes the design stages of an Internet of Things (IoT) system that allows real-time monitoring with monitors of temperature, humidity, methane gas, in trash bins. The data obtained is used to optimize environmental conditions in the waste bin, ensure maximum performance of decomposing bacteria, and reduce negative impacts on the environment. This process begins with collecting organic waste, researchers carry out careful sorting and separation to ensure that only organic materials enter the decomposition process. The method in this research uses Fuzzy Logic, where the sensor releases microbac fluid automatically if the humidity is less than 70% using a wiper pump. The DHT22 and MQ4 sensors are inserted into a 5 liter jar to detect temperature, humidity and gas content in the waste decomposition process. The monitoring and data processing process is supported by the blynk application which is used as a monitoring interface which shows the results of temperature and humidity in what percentage and then for methane gas how many ppm parts per million. Thus, the final result of this process is humus or organic fertilizer which is very useful for reducing organic waste in the city of Surabaya.*

**Keywords:** *Internet of Things*, Trash Can, Organic Waste, ESP 8266, Bacteria

---

## 1. Pendahuluan

### Latar Belakang

Sampah organik memiliki potensi untuk mencemari lingkungan dan menghasilkan gas metana, yang merupakan gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim [1]. Dalam konteks ini, data terkait sampah di Kota Surabaya Dinas Lingkungan Hidup (DLH), Kota Surabaya mencatat volume sampah yang masuk

ke Tempat Pembuangan Akhir Benowo (TPA) Benowo sekitar 1.600 ton per hari. Dari volume sampah tersebut, 60 persen didominasi oleh organik Kepala Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Surabaya, Agus Hebi Djuniantoro menyebutkan, bahwa 60 persen sampah yang masuk ke TPA Benowo merupakan organik [2]. Sementara sisanya adalah sampah jenis anorganik. Oleh karena itu, pengelolaan sampah organik yang efisien menjadi sangat penting dalam upaya mengurangi dampak negatifnya. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan bakteri pengurai untuk mengurai sampah organik. Namun, pengawasan dan pengendalian proses penguraian ini tidak selalu optimal. Kondisi lingkungan dalam tempat sampah, seperti suhu, kelembaban, dan konsentrasi gas metana, dapat sangat memengaruhi efisiensi bakteri pengurai. Dalam konteks ini, teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan potensi untuk memantau dan mengoptimalkan proses penguraian sampah organik secara lebih efektif. IoT memungkinkan pengumpulan data real-time dari berbagai sensor yang terpasang di tempat sampah, yang dapat digunakan untuk mengawasi suhu, kelembaban, dan gas metana, serta aktivitas bakteri pengurai. Data ini dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang tepat untuk memastikan kinerja maksimal proses penguraian dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Untuk meningkatkan pemantauan dan pengendalian, dalam penelitian ini, penggunaan metode Fuzzy Logic membantu sistem untuk kendali yang dapat memberikan keputusan yang menyerupai keputusan manusia [3]. Aturan-aturan Fuzzy Logic yang ditentukan untuk parameter tersebut memungkinkan sistem memberikan respons terhadap perubahan kondisi lingkungan. Sebagai contoh, jika suhu rendah dan kelembaban tinggi, maka Pompa wiper menyemprotkan bakteri probiotik ke wadah sampah organik, Fuzzy Logic dapat memicu Tindakan seperti penyesuaian tingkat kontrol suhu untuk memastikan kondisi optimal bagi bakteri pengurai. Sensor-sensor yang dipasang, seperti sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban serta sensor MQ-4 untuk mendeteksi konsentrasi gas metana, berperan penting dalam mengumpulkan data yang diperlukan. Proses pemantauan dan pengolahan data didukung oleh mikrokontroler Arduino uno, yang menampilkan hasil pemantauan pada Blynk[4].

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem IoT dengan metode Fuzzy Logic yang dapat membantu memantau sistem monitoring dan pengendalian proses penguraian sampah organik, mengoptimalkan, dan mengurangi dampak negatif proses penguraian sampah organik. Dengan demikian, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah organik dan berkontribusi positif dalam menjaga keberlanjutan lingkungan.

### Topik dan Batasannya

Berdasarkan latar belakang penelitian, permasalahan utama yang perlu diatasi adalah bagaimana membuat sistem IoT untuk monitoring dan pengendalian proses penguraian sampah organik menggunakan bakteri menjadi lebih cepat dan dihasilkan manfaat berupa pupuk organik secara optimal.

Penelitian ini memiliki beberapa batasan:

1. Fokus penelitian hanya pada sampah organik. Sampah non-organik atau jenis sampah lainnya tidak menjadi bagian dari penelitian ini.
2. Penelitian ini sistemnya hanya dapat melakukan monitoring pada blynk.
3. Penelitian ini terbatas pada tempat sampah organik di Kota Surabaya.

### Tujuan

Merancang dan mengimplementasikan sistem IoT yang dapat mengumpulkan data suhu, kelembaban, dan konsentrasi gas metana pada bakteri pengurai di dalam tempat sampah organik secara *real-time*.

## 2. Studi Terkait

Penelitian terdahulu sangat penting dalam konteks pengembangan pengetahuan dan pemahaman. Beberapa penelitian terkait dapat digunakan penulis sebagai bahan referensi.

Penelitian pertama berjudul "Pengaruh perlakuan aerob dan anaerob terhadap variabel BOD, COD, pH, dan bakteri dominan limbah industri desiccated coconut PT. Global Coconut Radey, Minahasa Selatan" oleh Hermanus, Muson B., Bobby Polii, dan Lucia C. Mandey. Penelitian ini memberikan gambaran tentang efektivitas perlakuan aerob dan anaerob dalam mengolah limbah industri desiccated coconut Menentukan jenis bakteri dominan antara perlakuan aerob dan anaerob. [5].

Penelitian kedua berjudul "TeMP (Tempat Sampah Pintar): Alat Monitoring dan Pendeteksi Kelembaban Sampah Berbasis Mikrokontroler" oleh Syahrir, S., Saad, M., Asriani, A., & Aprilia, E. R. penelitian ini menggambarkan Alat Monitoring dan Pendeteksi Kelembaban Sampah Berbasis Mikrokontroler, pengembangan alat pintar untuk memonitor dan mendeteksi kelembaban sampah. Yang memberikan fungsionalitas alat, teknologi yang digunakan (mikrokontroler), dan tujuan utamanya (monitoring dan pendeteksian kelembaban sampah) [6].

Penelitian ketiga berjudul Pengaruh penambahan biochar limbah pertanian dan pestisida pada inkubasi tanah inceptisol untuk menekan emisi gas metana (CH<sub>4</sub>) sebagai gas rumah kaca." oleh Cahayaningtyas, Winda Prihantarawati, and Indro Sumantri.. Penelitian ini mengacu pada mengacu pada beberapa aspek penting dalam

bidang pengelolaan tanah dan lingkungan Penelitian ini berfokus pada metode untuk mengurangi emisi metana dari tanah pertanian, yang merupakan salah satu sumber utama emisi metana secara global. [7].

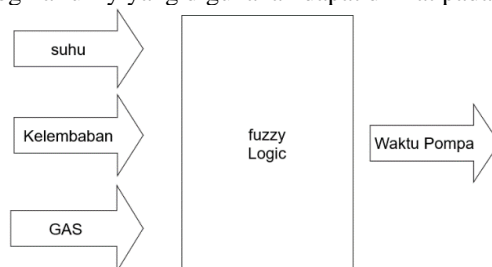
Penelitian keempat berjudul “Controlling Dan Monitoring Suhu Dan Kelembaban Tempat Budidaya Maggot Menggunakan Sensor DHT-22 Berbasis IOT.” oleh Hakiem, U. S., Salam, R. A., & Budiman, F. penelitian ini mengacu pada Pengendalian Suhu dan kelembaban pada DHT-22 karena merupakan faktor penting dalam Bakteri anaerob dan Mengembangkan sistem yang dapat memonitor dan mengontrol suhu dan kelembaban secara otomatis menggunakan sensor DHT-22. [8].

Penelitian kelima berjudul “pengaruh penambahan bioaktivator pada proses dekomposisi sampah organik secara anaerob” oleh Sari, Feby Puspita, Diana Hendrawan, and Dwi Indrawati. Penelitian ini mengacu pada berbagai aspek penting dalam pengelolaan sampah organik secara anaerob. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk mengkaji bagaimana penambahan bioaktivator mempengaruhi proses dekomposisi sampah organik dalam kondisi anaerob. Kondisi Anaerobik: Mengkaji pentingnya kondisi anaerobik (tanpa oksigen) dalam proses dekomposisi dan bagaimana kondisi ini mempengaruhi aktivitas mikroorganism. Produksi Gas Metana: Dalam kondisi anaerobik, salah satu produk samping yang dihasilkan adalah gas metana. Penelitian ini mungkin juga mengukur jumlah gas metana yang dihasilkan sebagai indikator efisiensi dekomposisi [9]

### 3. Sistem yang Dibangun

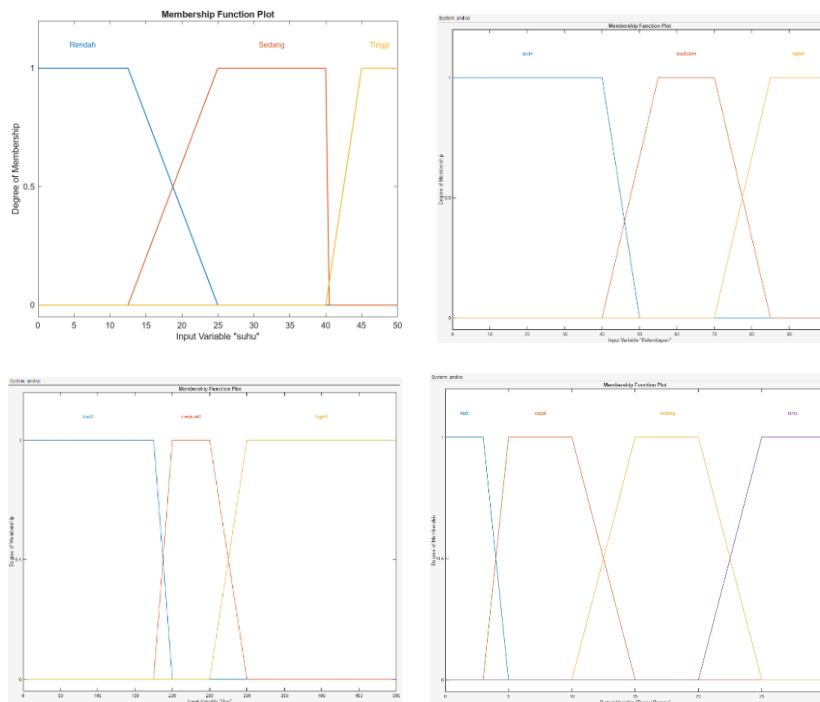
#### 3.1 Desain Fuzzy Logic

Fuzzy logic adalah suatu penerjemahan besaran yang dinyatakan dengan menggunakan linguistic (ilmu bahasa). Contohnya yaitu dengan besaran suhu suatu ruangan yang dinyatakan dengan dingin, sedang dan panas. Dalam tahap ini dilakukan pengimplementasian fuzzy ke dalam prototipe. Dengan menggunakan metode fuzzy logic, maka waktu nyala pompa menyala secara otomatis menggunakan inputan parameter kelembaban dan suhu. Pada paper ini metode yang digunakan adalah metode Mamdani dengan bentuk kurva trapezoidal. Untuk alur pada logika fuzzy yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Variabel Input dan Output

Jumlah input pada alat penyiraman bakteri otomatis ada 3 sensor sedangkan jumlah outputnya adalah berupa pompa.



Gambar 3.2 Variabel Input dan Output

Pada Gambar 3.2 dapat dilihat nilai yang ditentukan berdasarkan data nyata di Surabaya untuk pemilihan kurva segitiga karena Fungsi keanggotaan segitiga dapat digunakan untuk mendefinisikan bagaimana setiap nilai input dipetakan ke dalam derajat keanggotaan fuzzy. Fungsi keanggotaan segitiga ini digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan setiap nilai input terhadap himpunan fuzzy tertentu (misalnya 'rendah', 'sedang', 'tinggi'). Fungsi keanggotaan ini sangat penting dalam proses inferensi fuzzy untuk mengubah input crisp menjadi output fuzzy berdasarkan aturan-aturan yang telah ditetapkan. Berikut adalah nilai-nilai fungsi keanggotaan pada sistem:

1. Variabel Input Suhu:
 

Variabel input suhu terbagi menjadi tiga kondisi, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Suhu rendah berkisar antara 0-25 °C, suhu sedang berkisar antara 25- 40 °C, dan suhu tinggi berkisar antara 40 -50 °C.
2. Variabel Input Kelembapan :
 

Variabel input kelembapan juga terbagi menjadi tiga kondisi, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Kelembapan rendah berkisar antara 0-40%, kelembapan sedang berkisar antara 40-70%, dan kelembapan tinggi berkisar antara 70-100%.
3. Variabel Input Gas:
 

Variabel input gas terbagi menjadi tiga kondisi, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Gas rendah berkisar antara 0-175 ppm, gas sedang berkisar antara 175-200 ppm, dan gas tinggi berkisar antara 200-250 ppm.
4. Variabel Output Pompa
 

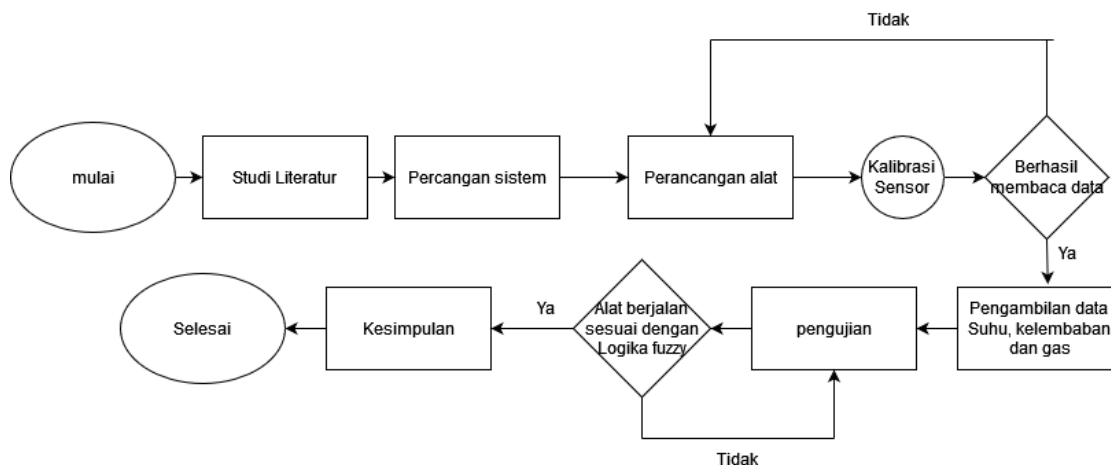
pompa dibedakan menjadi 4 klasifikasi, yaitu Mati,Singkat, Sedang, dan Lama. Durasi pompa singkat berkisar 0-15 detik, Durasi pompa sedang berkisar 15-25 detik, dan Durasi pompa lama berkisar 25-30 detik.

**Tabel 3.1 Rule base**

Input		Output	
Suhu	Kelembaban	Gas	Pompa
Rendah	Rendah	Rendah	lama
Rendah	Rendah	Sedang	lama
Rendah	Rendah	Tinggi	pendek
Rendah	Sedang	Rendah	Sedang
Rendah	Sedang	Sedang	Sedang
Rendah	Sedang	Tinggi	Pendek
Rendah	Tinggi	Rendah	Pendek
Rendah	Tinggi	Sedang	Pendek
Rendah	Tinggi	Tinggi	Pendek
Sedang	Rendah	Rendah	Lama
Sedang	Rendah	Sedang	Lama
Sedang	Rendah	Tinggi	Pendek
Sedang	Sedang	Rendah	Pendek
Sedang	Sedang	Sedang	Pendek
Sedang	Sedang	Tinggi	Pendek
Sedang	Tinggi	Rendah	Pendek
Sedang	Tinggi	Sedang	Pendek
Sedang	Tinggi	Tinggi	Pendek
Tinggi	Rendah	Rendah	Sedang
Tinggi	Rendah	Sedang	Sedang
Tinggi	Rendah	Tinggi	Lama
Tinggi	Sedang	Rendah	Pendek
Tinggi	Sedang	Sedang	Pendek
Tinggi	Sedang	Tinggi	Pendek
Tinggi	Tinggi	Rendah	Mati
Tinggi	Tinggi	Sedang	Mati
Tinggi	Tinggi	Tinggi	Mati

**3.2 Metode Penelitian**

Alur diagram pada penelitian dapat dilihat pada gambar 3.4. Pada sistem ini dapat melakukan monitoring dan kontrol melalui blynk. Sistem monitoring bakteri dilakukan agar dapat memantau gas dan suhu, kelembaban pada drum sebagai penguasaan sampah organik.



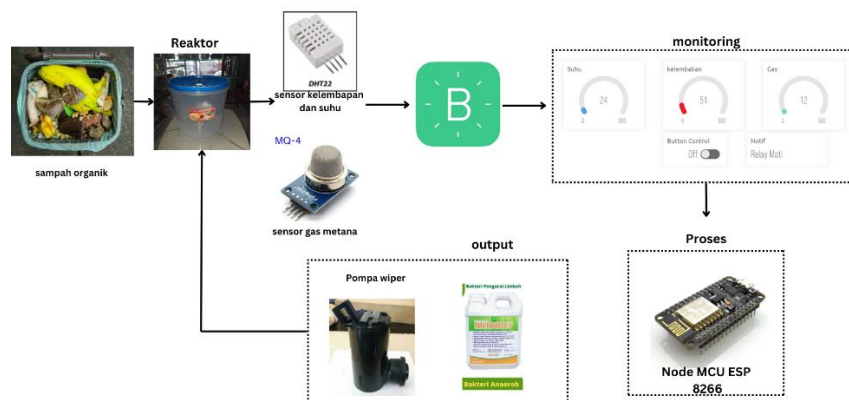
Gambar 3.4 Prosedur Penelitian

### 3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merujuk pada proses penyusunan sketsa yang dibuat untuk membentuk satu kesatuan yang utuh. Keseluruhan perancangan sistem penelitian dapat dilihat dalam Gambar 3.3. Tahap ini menggambarkan sistem menggunakan Node mcu ESP 8266 sebagai pusat pengendali yang mengumpulkan data dari sensor DHT 22 dan sensor MQ4 memprosesnya dengan metode kontrol Fuzzy, dan mengirimkan data ke aplikasi blynk untuk ditampilkan real-time. Sensor DHT 22 mengukur keasaman suhu dan kelembaban dan sensor MQ4 mengukur gas metana untuk sampah organik. sedangkan pompa air mengendalikan penyemprotan cairan bakteri secara otomatis dengan mengukur suhu dan kelembaban nya data nya telah diproses oleh Node MCU esp 8266 lalu di kirimkan di blynk sebagai monitoring.

#### 3.3.1. Perancangan Prototype

Perancangan prototype dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Komponen Hardware

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Implementasi Hardware

Implementasi hardware melibatkan penggabungan seluruh komponen hardware yang digunakan. Dalam implementasi ini, peneliti menggabungkan komponen-komponen tersebut menggunakan toples proyek berukuran 5 liter. Di dalam toples, terdapat komponen NodeMCU ESP8266, DHT22, relay, dan MQ4. Sementara itu, komponen hardware yang berada di luar toples terdiri dari pengaduk mixer dan pompa air, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.





Gambar 4.1 Implementasi Hardware

4.2 Analisis Hasil Pengujian

4.2.1. Nilai Suhu, Kelembaban, dan Gas

Table 4. 1 Tabel Data Sensor DHT 22 Selama Percobaan

Percobaan hari -	Suhu	Kelembaban
Percobaan hari ke-1	27.00 °C	61.50%
Percobaan hari ke-3	27.10 °C	63.40%
Percobaan hari ke-6	27.30 °C	63.40%
Percobaan hari ke-9	27.40 °C	64.00%
Percobaan hari ke-12	27.80 °C	62.81%
Percobaan hari ke-15	29.0 °C	65.70%

Table 4. 2 Tabel Data Sensor MQ4 Selama Percobaan

Percobaan hari -	Nilai Sensor Gas (PPM)	Rata Rata
Percobaan hari ke-1	4	5.39
Percobaan hari ke-3	4	
Percobaan hari ke-6	5	
Percobaan hari ke-9	12	
Percobaan hari ke-12	7	
Percobaan hari ke-15	5	

Dapat dilihat berdasarkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 dengan pengujian sistem sebanyak 135 kali, tercatat bahwa rata-rata nilai sensor gas berada di PPM, dengan variasi yang cukup. Nilai gas terendah yang tercatat adalah 4 PPM dan yang tertinggi adalah 12 PPM. Data ini menunjukkan bahwa terdapat fluktuasi nilai gas yang cukup signifikan selama pengujian.

4.2.2. Hasil Fermentasi

Setelah proses penyiraman bakteri menggunakan pompa otomatis berbasis IoT dan secara manual, berikut adalah hasil fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Otomatis



Manual

Gambar 4.2 Hasil fermentasi hari pertama menggunakan sistem penyiraman otomatis

Pada gambar di atas terlihat proses penuangan pada hari pertama. Pada tahap ini, sampah masih belum mengalami proses penguraian yang baik, sehingga volume sampah masih terlihat banyak.



Otomatis



Manual

**Gambar 4.3 Hasil fermentasi setelah 15 hari menggunakan sistem penyiraman otomatis dan manual**

Pada gambar di atas terlihat bahwa proses penguraian sampah sudah menunjukkan pengurangan yang signifikan secara otomatis. Namun, metode manual masih menunjukkan bahwa volume sampah masih cukup banyak. Sementara itu, sistem IoT telah berhasil mengurangi sampah dan siap untuk menghasilkan pupuk cair.

### 4.3 Kalibrasi Sensor MQ4

Untuk mengonversi nilai yang dibaca oleh sensor MQ4 menjadi satuan ppm (*parts per million*) untuk gas amonia, kita perlu merujuk pada grafik  $R_s/R_o$  terhadap ppm yang terdapat dalam *datasheet* MQ-4 untuk sensor gas metana.

Untuk menentukan nilai  $R_s/R_o$ , kita harus mengetahui nilai  $R_s$  dan  $R_o$  terlebih dahulu.  $R_s$  adalah resistansi sensor pada konsentrasi gas tertentu, sedangkan  $R_o$  adalah resistansi sensor pada udara bersih. Nilai  $R_s/R_o$  juga dikenal sebagai rasio, yang memiliki nilai 4 saat sensor berada di udara bersih

Untuk menghitung nilai  $R_s$ , gunakan rumus berikut:

$$R_s = \left( \frac{V_c}{V_{r1}} - 1 \right) \times R_l$$

Di mana:

$V_c$  adalah tegangan input ke sensor MQ-4

$V_{r1}$  adalah tegangan pada resistor

$R_l$  adalah nilai resistor beba

$$R_o = \frac{R_s}{4}$$

Selanjutnya, rumus untuk menghitung  $R_s$  dan  $R_o$  ini diimplementasikan dalam IDE pemrograman Arduino.

### 4.4 Kalibrasi Sensor DHT22

Pengujian sensor dilakukan dengan mengukur suhu yang diperoleh sensor dalam jangka waktu tertentu. Pengujian juga mencakup perbandingan sensor DHT22 dengan alat ukur suhu digital dan analog dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4 Perbandingan Sensor**

**Table 4. 3 Tabel Kalibrasi Sensor DHT22**

Waktu Percobaan	DHT 22 Suhu	DHT 22 Kelembaban	Termometer Suhu	Termometer Kelembaban	Error (Celcius)	Error Kelembaban
10.40	31.40 °C	56.23%	31.38 °C	52.23%	0,2	5

12.20	33.50 °C	50.00%	33.49 °C	47.60%	0,1	3
08.10	29.40 °C	67.30%	29.39 °C	64.30%	0,1	3
19.00	27.45 °C	70.80%	27.42 °C	69.80%	0,3	1
21.00	25.50 °C	76.80%	25.49 °C	76.80%	0,1	0
06.15	23.35 °C	72.12%	23.34 °C	71.12%	0,1	1
11.50	34.35 °C	55.12%	34.35 °C	53.12%	0	2

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat sensor DHT22 dan termometer menunjukkan perbedaan yang kecil. Perbedaan rata-rata suhu antara Sensor DHT22 dan termometer adalah 0,129°C, sementara perbedaan rata-rata kelembaban adalah 2.143%. Kesimpulannya, sensor DHT22 dan termometer memiliki tingkat akurasi yang hampir setara dalam mengukur suhu dan kelembaban. Namun, termometer menunjukkan keakuratan yang lebih baik dalam pengukuran suhu.

#### 4.5 Hasil Perbandingan Sistem dengan Penyiraman Manual

Dalam pengujian sistem dibandingkan dengan penyiraman manual, penulis menguji sistem dengan menuang bakteri ke dalam toples selama 15 hari. Perbandingan dilakukan antara penyiraman manual dan penyiraman menggunakan sistem. Sistem yang digunakan mampu menjaga kelembaban air mencapai kurang lebih 60% saat penyiraman dan setelah penyiraman. Berikut adalah hasil pengujian sistem yang ditampilkan pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Perbandingan Sistem dengan Penyiraman Manual**

Percobaan	Suhu	Kelembaban	Gas
Percobaan hari ke-1	28.40 °C	43.23%	4
Percobaan hari ke-3	28.50 °C	45.60%	5
Percobaan hari ke-6	28.40 °C	45.30%	8
Percobaan hari ke-9	28.45 °C	44.80%	11
Percobaan hari ke-12	30.50 °C	45.80%	5
Percobaan hari ke-15	28.35 °C	43.12%	7

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut: Sistem penyiraman otomatis yang menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor DHT22, relay, dan sensor gas MQ4 berhasil diimplementasikan dalam toples proyek berukuran 5 liter. Sistem ini mampu mengontrol pompa air dan pengaduk mixer secara otomatis berdasarkan nilai suhu, kelembaban, dan konsentrasi gas yang terdeteksi oleh sensor. Perbandingan antara sistem penyiraman otomatis dan penyiraman manual menunjukkan bahwa sistem otomatis mampu menjaga kelembaban air sekitar 65% selama dan setelah penyiraman, yang lebih konsisten dibandingkan dengan penyiraman manual. Rata-rata nilai suhu dan kelembaban yang tercatat selama percobaan menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kondisi lingkungan yang optimal untuk fermentasi. Nilai rata-rata sensor gas selama 135 kali pengujian adalah 5.77 PPM, dengan nilai terendah 4 PPM dan tertinggi 12 PPM, menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup signifikan. Hasil fermentasi yang dihasilkan oleh sistem penyiraman otomatis menunjukkan kualitas yang baik, seperti yang ditunjukkan pada gambar hasil fermentasi, karena sudah dapat di gunakan menjadi pupuk cair. Sistem otomatis juga menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dalam hal penggunaan air dan stabilitas kondisi fermentasi. Penyiraman manual terbukti lebih mahal dibandingkan dengan penyiraman otomatis karena bakteri tidak dapat diperkirakan dengan tepat sehingga menyebabkan pemborosan dan membutuhkan lebih banyak sumber daya manusia untuk menjaga kondisi fermentasi yang optimal. Penggunaan sistem otomatis mengurangi biaya operasional jangka panjang dan meningkatkan efisiensi.

### 5.1 Saran

Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada pengembangan algoritma kontrol yang lebih canggih untuk mengoptimalkan kondisi fermentasi berdasarkan data sensor secara real-time. Integrasi sistem dengan platform IoT yang lebih luas, seperti cloud computing dan analitik data, dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam dan peningkatan performa sistem. Penambahan sensor lain, seperti sensor pH dan sensor nutrisi, dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi fermentasi dan meningkatkan hasil akhir.

**Daftar Pustaka**

- [1] D. A. Fenanda, I. W. Farid, And C. W. Priananda, “Kontrol Flow Gas Pada Pengembangan Sistem Distribusi Gas Rumah Tangga Menggunakan Plc Dan Metode Fuzzy Logic,” *Jurnal Teknik Its*, Vol. 10, No. 2, Dec. 2021, Doi: 10.12962/J23373539.V10i2.68298.
- [2] D. , N. Aprianto, “Volume Sampah Harian Di Surabaya 60 Persen Didominasi Organik,” Jawa Pos. Accessed: Aug. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.jawapos.com/surabaya-raya/011739049/volume-sampah-harian-di-surabaya-60-persen-didominasi-organik?page=2>
- [3] Sandi And R. Hartono, “Sistem Kendali Dan Monitoring Kelembapan, Suhu, Dan Ph Pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos Dengan Kendali Logika Fuzzy,” *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, Vol. 8, No. 2, Pp. 154–164, Apr. 2021, Doi: 10.34010/Telekontran.V8i2.4710.
- [4] T. Juwariyah, L. Krisnawati, And S. Sulasminingsih, “Perancangan Sistem Monitoring Terpadu Smart Bins Berbasis Iot Menggunakan Aplikasi Blynk,” *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, Vol. 3, No. 2, 2020.
- [5] M. B. Hermanus, B. Polii, And L. C. Mandey, “Aerob And Anaerob Treatments To Bod, Cod, Ph, And Dominant Of Bacteria Of Dessicated Coconut Industry Wastewater Of Pt. Global Coconut, Radey, South Minahasa,” *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, Vol. 3, No. 2, 2015, Accessed: Aug. 10, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/itp/article/view/13370>
- [6] S. Syahrir, M. Saad, A. Asriani, And , Erika Rachma Aprilia, “Temp (Tempat Sampah Pintar):Alat Monitoring Dan Pendeteksi Kelembapan Sampah Berbasis Mikrokontroler,” *Jurnal Teknologi Elekerika*, Vol. 3, No. 1, P. 39, May 2019, Doi: 10.31963/elekerika.V3i1.2013.
- [7] W. P. Cahyaningtyas And I. Sumantri, “Pengaruh Penambahan Biochar Limbah Pertanian Dan Pestisida Pada Inkubasi Tanah Inceptisol Untuk Menekan Emisi Gas Metana (Ch4) Sebagai Gas Rumah Kaca,” *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, Vol. 1, No. 1, Pp. 521–527, 2012, Accessed: Aug. 10, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtki/article/view/1122>
- [8] U. S. Hakiem, R. , A. Salam, And F. Budiman, “Controlling Dan Monitoring Suhu Dan Kelembapan Tempat Budidaya Maggot Menggunakan Sensor Dht-22 Berbasis Iot ,” *E-Proceeding Of Engineering*, Vol. 10, No. 1, Pp. 64–71, Feb. 2023.
- [9] P. F. Sari, D. Hendrawan, And D. Indrawati, “Pengaruh Penambahan Bioaktivator Pada Proses Dekomposisi Sampah Organik Secara Anaerob,” *Indonesian Journal Of Urban And Environmental Technology*, Vol. 7, No. 2, Pp. 57–66, Sep. 2016, Doi: 10.25105/urbanenvirotech.V7i2.715.
- [10] H. Dhika, N. Isnain, And M. Tofan, “Manajemen Villa Menggunakan Java Netbeans Dan Mysql,” *Ikra-Ith Informatika : Jurnal Komputer Dan Informatika*, Vol. 3, No. 2, Pp. 104–110, 2019, Accessed: Aug. 10, 2024. [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/view/324>
- [11] Irwanto, “Sistem Pengukur Kelembapan Tanah Pertanian Dan Penyiraman Otomatis Berbasis Internet Of Things (Iot).,” Thesis, Universitas Islam Majapahit Mojokerto., 2019.
- [12] M. . Shoumi And Syulistyo, “Analisis Resiko Kanker Payudara (Breast Cancer) Menggunakan Fuzzy Inference System (Fis) Model Mamdani,” *Jurnal Informasi Interaktif*, Vol. 6, No. 1, 2021.
- [13] A. Ridhamuttaqin, A. Trisanto, E. Nasrullah, J. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung Jl Soemantri Brojonegoro No, And G. Meneng, “Rancang Bangun Model Sistem Pemberi Pakan Ayam Otomatis Berbasis Fuzzy Logic Control,” *Electrician : Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, Vol. 7, No. 3, Pp. 125–137, Sep. 2013, Doi: 10.23960/Elc.V7n3.124.

- [14] T. , R. Rambe, “Sosialisasi Dan Aktualisasi Eco-Enzyme Sebagai Alternatif Pengolahan Sampah Organik Berbasis Masyarakat Di Lingkungan Perumahan Cluster Pondok Li,” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol. 2, No. 1, Pp. 36–40, Apr. 2021, Accessed: Aug. 10, 2024.[Online].Available:<https://jurnal.stkipalmaksum.ac.id/index.php/jpkm/article/view/147>
- [15] N. , H. , L. Dewi, “Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Things (Iot).,” Bachelor Thesis, Universitas Islam Majapahit Mojokerto, Mojokerto, 2019.
- [16] D. Citra, I. Hadi, And Sarjana, “Platform Web Sebagai Penampil Data Monitoring Kotak Sampah Berbasis Iot,” *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, Vol. 3, No. 2, 2020.
- [17] K. Diantoro, “Implementasi Sensor Mq 4 Dan Sensor Dht 22 Pada Sistem Kompos Pintar Berbasis Iot (Sikompi),” *Electrician*, Vol. 14, No. 3, Pp. 84–94, Oct. 2020, Doi: 10.23960/Elc.V14n3.2157.
- [18] I. Jeniastri, “Rancang Bangun Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Sprinkler Berbasis Iot (Internet Of Things) Menggunakan Tenaga Surya. Diss. Politeknik Negeri Sriwijaya, 2022.,” Politeknik Negeri Sriwijaya, 2022.

### Kodingan mencari kalibrasi MQ4

```
1  const int sensorPin = A0; // Pin analog yang terhubung ke sensor MQ4
2  const float R_L = 1000; // Nilai resistor beban (1 kΩ)
3  const float R_o = 4000; // Nilai Ro pada udara bersih (4 kΩ)
4
5  void setup() {
6    Serial.begin(9600); // Mulai komunikasi serial
7  }
8
9  void loop() {
10   // Baca nilai analog dari sensor
11   int sensorValue = analogRead(sensorPin);
12
13   // Hitung tegangan dari nilai analog
14   float Vc = (sensorValue / 1023.0) * 5.0;
15
16   // Hitung tegangan pada resistor beban
17   float VRL = Vc * (R_L / (R_L + R_o));
18
19   // Hitung resistansi sensor Rs
20   float Rs = ((5.0 - VRL) / VRL) * R_L;
21
22   // Hitung rasio Rs/Ro
23   float ratio = Rs / R_o;
24
25   // Cetak hasil ke Serial Monitor
26   Serial.print("Resistansi Sensor (Rs): ");
27
28   // Cetak hasil ke Serial Monitor
29   Serial.print("Resistansi Sensor (Rs): ");
30   Serial.print(Rs);
31   Serial.print(" Ω, ");
32   Serial.print("Rasio Rs/Ro: ");
33   Serial.println(ratio);
34
35   // Konversi rasio Rs/Ro ke konsentrasi gas (ppm)
36   // Sesuaikan formula ini dengan grafik atau tabel datasheet untuk gas yang diukur
37   float ppm = convertToPPM(ratio);
38
39   Serial.print("Konsentrasi Gas (ppm): ");
40   Serial.println(ppm);
41
42   // Tunggu sejenak sebelum pembacaan berikutnya
43   delay(2000);
44 }
45
46 // Fungsi untuk mengonversi rasio Rs/Ro ke konsentrasi gas dalam ppm
47 float convertToPPM(float ratio) {
48   // Implementasikan konversi berdasarkan grafik atau tabel datasheet sensor
49   // Misalnya:
50   // return pow(10, (log10(ratio) - 1.2) / (-0.5)); // Sesuaikan rumus ini dengan datasheet
51   // Placeholder nilai untuk contoh
52   return ratio * 100; // Contoh rumus, sesuaikan dengan data nyata
53 }
```

### Kodingan mencari kalibrasi dht 22

```
1  #include <DHT.h>
2
3  // Tentukan pin sensor DHT22
4  #define DHTPIN 2
5
6  // Tentukan jenis sensor yang digunakan
7  #define DHTTYPE DHT22
8
9  // Inisialisasi objek DHT
10 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
11
12 // Variabel untuk kalibrasi suhu dan kelembaban
13 const float kalibrasiSuhu = 0.129; // Ganti dengan nilai kalibrasi suhu yang didapat
14 const float kalibrasiKelembaban = 2.143; // Ganti dengan nilai kalibrasi kelembaban yang didapat
15
16 void setup() {
17   // Mulai komunikasi serial
18   Serial.begin(9600);
19
20   // Mulai sensor DHT
21   dht.begin();
22 }
23
24 void loop() {
25   // Tunggu beberapa detik antara pembacaan
26   delay(2000);
```



```

27
28 // Membaca kelembaban
29 float humidity = dht.readHumidity();
30
31 // Membaca suhu dalam Celsius
32 float temperature = dht.readTemperature();
33
34 // Memeriksa jika pembacaan gagal dan keluar jika ada kesalahan
35 if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {
36     Serial.println("Gagal membaca dari sensor DHT22!");
37     return;
38 }
39
40 // Mengaplikasikan kalibrasi suhu dan kelembaban
41 float suhuTerkalibrasi = temperature + kalibrasiSuhu;
42 float kelembabanTerkalibrasi = humidity + kalibrasiKelembaban;
43
44 // Menampilkan hasil ke Serial Monitor
45 Serial.print("Kelembaban (terkalibrasi): ");
46 Serial.print(kelembabanTerkalibrasi);
47 Serial.print(" %\t");
48 Serial.print("Suhu (terkalibrasi): ");
49 Serial.print(suhuTerkalibrasi);
50 Serial.println(" °C");
51 }
52
    
```

Lampiran 3. Perbandingan bakteri manual dan otomatis



Manual

Otomatis

Percobaan Ke	Suhu	Kelembaban	Gas
1.	27.00°C	61.50%	4
2.	29.69°C	61.36%	4
3.	27.10°C	61.33%	7
4.	28.29°C	61.62%	8
5.	27.13°C	65.93%	4
6.	27.30°C	64.53%	5
7.	27.67°C	59.40%	6
8.	28.36°C	59.96%	8
9.	29.49°C	61.58%	7
10.	29.73°C	65.44%	10
11.	27.02°C	64.06%	4
12.	29.80°C	60.23%	8
13.	28.20°C	60.13%	6
14.	29.67°C	61.09%	5

15.	29.31°C	65.48%	4
16.	28.60°C	62.75%	7
17.	28.07°C	61.51%	6
18.	27.00°C	62.67%	6
19.	27.36°C	64.89%	4
20.	29.87°C	60.38%	6
21.	29.33°C	61.96%	8
22.	28.02°C	60.81%	7
23.	29.82°C	64.97%	8
24.	27.71°C	64.84%	9
25.	29.91°C	65.59%	6
26.	28.42°C	64.50%	9
27.	29.89°C	62.58%	7
28.	29.04°C	62.87%	6
29.	27.51°C	62.89%	9
30.	29.22°C	63.97%	12
31.	27.18°C	64.66%	8
32.	28.87°C	60.41%	9
33.	28.69°C	65.54%	8
34.	29.16°C	65.36%	7
35.	27.07°C	61.84%	9
36.	27.11°C	62.61%	8
37.	27.04°C	60.18%	7
38.	29.13°C	61.40%	10
39.	28.04°C	65.75%	10
40.	27.49°C	64.29%	7
41.	27.60°C	61.87%	11
42.	27.20°C	65.24%	8
43.	27.91°C	60.91%	6
44.	29.96°C	62.36%	8
45.	27.10°C	63.40%	9
46.	28.44°C	64.61%	10
47.	27.80°C	64.20%	9
48.	28.33°C	64.43%	10
49.	28.40°C	65.12%	6
50.	28.89°C	63.29%	7
51.	29.44°C	60.45%	8
52.	27.27°C	59.10%	8
53.	29.42°C	60.49%	8
54.	28.49°C	65.86%	7
55.	28.31°C	62.16%	8
56.	28.47°C	62.82%	10
57.	27.76°C	60.99%	9
58.	27.22°C	62.28%	10
59.	29.24°C	63.75%	8
60.	27.96°C	61.71%	6
61.	27.58°C	60.34%	8
62.	27.47°C	61.46%	8
63.	27.98°C	64.79%	8
64.	28.22°C	60.49%	8
65.	27.09°C	59.20%	10
66.	29.09°C	61.55%	10
67.	27.82°C	63.42%	11
68.	27.62°C	62.49%	6
69.	29.38°C	63.26%	6



70.	27.24°C	60.28%	7
71.	29.64°C	63.73%	7
72.	28.84°C	65.81%	10
73.	29.11°C	61.64%	6
74.	28.00°C	61.18%	10
75.	28.76°C	62.23%	5
76.	27.56°C	59.89%	8
77.	29.60°C	62.12%	9
78.	28.67°C	63.20%	11
79.	27.69°C	63.53%	10
80.	28.93°C	61.71%	5
81.	28.24°C	64.11%	7
82.	29.84°C	62.40%	4
83.	29.47°C	65.70%	9
84.	29.51°C	59.13%	6
85.	28.11°C	62.52%	6
86.	27.44°C	61.80%	6
87.	28.98°C	60.28%	10
88.	29.71°C	59.30%	6
89.	27.87°C	62.75%	9
90.	27.40°C	63.40%	11
91.	27.78°C	64.32%	10
92.	28.91°C	63.84%	5
93.	28.53°C	62.87%	8
94.	27.93°C	59.83%	8
95.	28.80°C	63.62%	11
96.	28.96°C	61.24%	11
97.	27.84°C	61.82%	7
98.	27.33°C	64.39%	11
99.	29.00°C	60.95%	9
100.	27.16°C	62.16%	6
101.	29.62°C	60.63%	9
102.	29.76°C	63.51%	8
103.	28.56°C	63.35%	10
104.	28.27°C	65.15%	5
105.	27.40°C	63.64%	6
106.	29.40°C	64.66%	6
107.	28.58°C	62.00%	4
108.	29.02°C	65.64%	11
109.	29.27°C	61.80%	6
110.	27.42°C	65.22%	6
111.	28.73°C	62.34%	6
112.	28.71°C	65.33%	4
113.	29.98°C	60.58%	5
114.	28.78°C	63.82%	9
115.	29.78°C	59.86%	5
116.	29.58°C	61.73%	5
117.	29.07°C	64.84%	4
118.	28.16°C	63.84%	9
119.	29.56°C	64.07%	9
120.	27.31°C	62.81%	6
121.	29.93°C	63.35%	4
122.	28.64°C	63.60%	4
123.	27.29°C	60.11%	4
124.	27.73°C	64.41%	5

125.	29.29°C	62.70%	5
126.	28.18°C	62.48%	9
127.	29.20°C	63.33%	6
128.	27.64°C	63.42%	4
129.	27.38°C	62.25%	4
130.	28.82°C	64.48%	6
131.	29.36°C	64.81%	4
132.	28.13°C	60.76%	4
133.	29.53°C	61.11%	5
134.	28.38°C	63.09%	6
135.	29.00°C	65.70%	5