

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 ALAT DAN BAHAN

Pada penelitian ini dibuat alat untuk sistem kendali dan *monitoring* pupuk limbah dapur berbasis telegram. Alat ini menggunakan sejumlah perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk mengamati, mengukur serta mendeteksi sensor pH, kelembaban tanah dan juga suhu pada proses dekomposisi pupuk. Perancangan perangkat keras dan perangkat lunak ini berfungsi untuk mendesain alat sistem kontrol pupuk otomatis, pemasangan dan penggabungan sensor yang digunakan menjadi satu, pemrograman alat yang digunakan sehingga mampu bekerja sesuai perintah dan menghasilkan sistem yang baik secara langsung dan juga dengan jarak jauh. Sub bab ini akan membahas tentang perangkat keras dan lunak yang digunakan pada penelitian ini.

3.1.1 PERANGKAT KERAS

Perangkat keras yang digunakan pada perancangan sistem kontrol parameter pupuk otomatis pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Laptop, digunakan untuk melakukan penulisan penelitian dan mendesain rancangan alat sistem kontrol parameter pupuk otomatis yang mampu mengolah data secara keseluruhan menggunakan *source code* yang dimasukkan kedalam mikrokontroler sehingga alat dan bahan dapat terhubung sesuai dengan keinginan. Laptop yang digunakan memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 spesifikasi laptop

Spesifikasi	Parameter
Jenis	Acer Aspire 5
<i>Processor</i>	<i>Amd Ryzen 5 5500 u</i>
RAM	8 GB
<i>Penyimpanan</i>	SSD 1 TB
<i>Operating System</i>	<i>Windows 11</i>

2. ESP32 DEVKIT V1, berfungsi sebagai mikrokontroler yang sudah mampu terhubung dengan jaringan *wifi* guna memberikan perintah untuk sensor-sensor yang digunakan. ESP32 DEVKIT V1 dapat terhubung dengan *wifi* tanpa perlu perangkat tambahan sehingga dapat digunakan untuk *monitoring* jarak jauh dengan sangat efisien.
3. Sensor pH Tanah berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi nilai asam dan basa pada tanah melalui arus listrik yang dialirkan ke *probe* pada sensor.
4. Sensor *Soil moisture* YL-69, berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi kelembaban didalam tanah melalui arus listrik yang dialirkan ke *probe* pada sensor. Kemudian sensor ini nantinya akan ditancapkan kedalam tanah yang akan mengirim informasi ke mikrokontroler apabila tanah membutuhkan air.
5. Sensor Suhu DS18B20, berfungsi untuk mendeteksi suhu, sensor ini memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dan sensor ini juga sudah tahan air sehingga sangat cocok digunakan untuk mengukur suhu yang berada pada tempat yang lembab.
6. Modul *Relay*, berfungsi sebagai saklar untuk membuka dan menutup arus listrik pada pompa agar dapat menghantarkan listrik ke perangkat yang memiliki arus lebih besar.
7. Pompa Air, berfungsi sebagai alat mengalirkan air pada wadah penyimpanan air ke wadah pupuk.
8. Selang air, berfungsi sebagai media penyaluran air ke dalam wadah.
9. *Box*, berfungsi sebagai wadah penyimpanan pada saat proses pemupukan berlangsung.

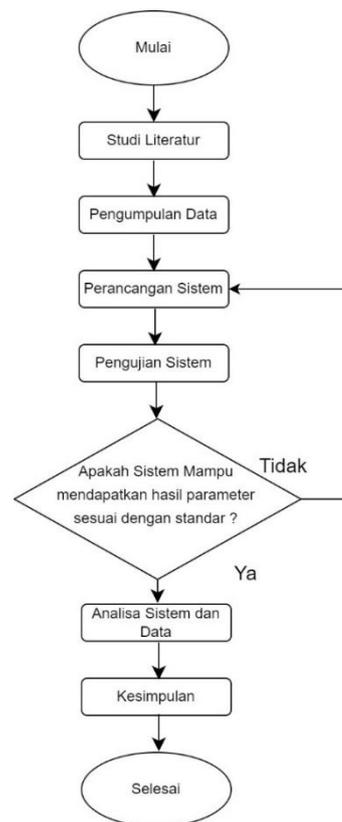
3.2.1 PERANGKAT LUNAK

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Arduino IDE, berfungsi sebagai *software* untuk mengembangkan dan memberikan program perintah kepada seluruh perangkat.
2. *Fritzing*, berfungsi untuk membuat prototipe desain simulasi alat.
3. Telegram, berfungsi sebagai *platform* penghubung dengan sensor.
4. Draw IO, digunakan untuk membuat *flowchart* yang dibutuhkan pada penelitian ini.

3.2 ALUR PENELITIAN

Dalam penelitian untuk pembuatan alat ini, diperlukan alur proses penelitian yang terstruktur untuk memastikan perancangan dapat dilakukan secara sistematis. Alur ini mencakup langkah-langkah mulai dari identifikasi kebutuhan dan spesifikasi alat hingga pembuatan prototipe dan pengujian. Dengan mengikuti alur yang jelas, setiap tahap penelitian dapat dilaksanakan dengan efisien, mengurangi risiko kesalahan. Alur proses yang terencana juga memungkinkan pemantauan kemajuan secara berkala dan penyesuaian terhadap tantangan yang muncul. Dengan demikian, penelitian dapat berjalan lancar dan menghasilkan alat sesuai dengan tujuan dan spesifikasi yang diharapkan.



Gambar 3.1 *flowchart* alur penelitian

Langkah pertama penelitian ini dimulai dari mencari studi literatur yang berkaitan dengan perancangan sebelumnya. Studi literatur dapat dilakukan dengan cara membaca jurnal ilmiah, artikel di internet dan juga buku yang memiliki topik berkaitan dengan penelitian ini. Kemudian penelitian ini adalah perancangan perangkat sistem, merupakan tahapan untuk merancang sebuah sistem baik berupa alat ataupun cara kerja yang dibutuhkan dengan tujuan dari penelitian ini berhasil.

Perancangan sistem perlu dilakukan untuk memilih perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat penelitian ini sehingga dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Pada penelitian ini menggunakan DOIT ESP32 DEVKIT V1 sebagai mikrokontroler untuk mengontrol keseluruhan alat dan sensor yang digunakan, sensor *soil moisture* YL-69 berfungsi sebagai sensor yang dapat mendeteksi kelembaban tanah, sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu pada wadah, lalu sensor pH tanah untuk mengukur kadar pH yang ada pada tanah, pompa air, *relay*, dan telegram untuk membantu melakukan proses *monitoring* dan kontrol pada alat melalui *smartphone* yang dapat dikendalikan dari jarak jauh, untuk pembuatan *source code* menggunakan arduino IDE.

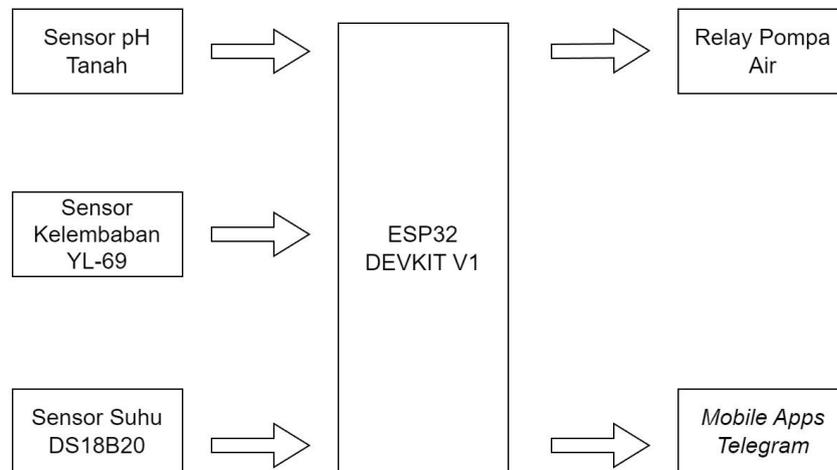
Tahap berikutnya setelah sistem berhasil dirancang maka diperlukan pengujian terhadap sistem, dimana untuk menguji apakah sistem dapat bekerja dengan baik dan sudah sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian sistem ini juga berfungsi untuk mengetahui apakah terjadi *error* pada alat sehingga sistem yang dibuat bisa menjadi lebih optimal. Apabila sistem dapat berfungsi dan bekerja dengan baik dan sudah sesuai dengan yang diinginkan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data berupa perkembangan terhadap pupuk. Selain itu juga melakukan pengukuran akurasi dan nilai *error* dari setiap perangkat dan sensor. Setelah melakukan pengumpulan data maka diperlukan analisis data dan sistem yang telah dibuat, hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif alat yang telah dibuat dengan cara melihat perkembangan pupuk apakah sesuai dengan standar. Langkah terakhir adalah membuat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dibuat baik secara efektivitas sistem dan hasil pupuk.

3.3 PERANCANGAN SISTEM

Dalam penelitian ini perangkat yang digunakan meliputi perangkat keras dan perangkat lunak untuk perancangan *prototype*. Pengiriman dan penerimaan data menggunakan *wifi* dari mikrokontroler, Sensor DS18B20 digunakan untuk membaca suhu, sensor pH tanah digunakan untuk mengukur pH tanah, dan sensor *soil moisture* YL 69 digunakan untuk mengukur kelembaban pada tanah, nantinya ketiga sensor tersebut akan mengirim kan hasil data kepada mikrokontroler yang kemudian akan dikirim ke telegram.

3.3.1 BLOK DIAGRAM SISTEM

Blok diagram sistem kontrol parameter pupuk limbah dapur digunakan untuk merancang secara keseluruhan komponen sistem yang digunakan mulai dari *input*, proses, dan *output*.

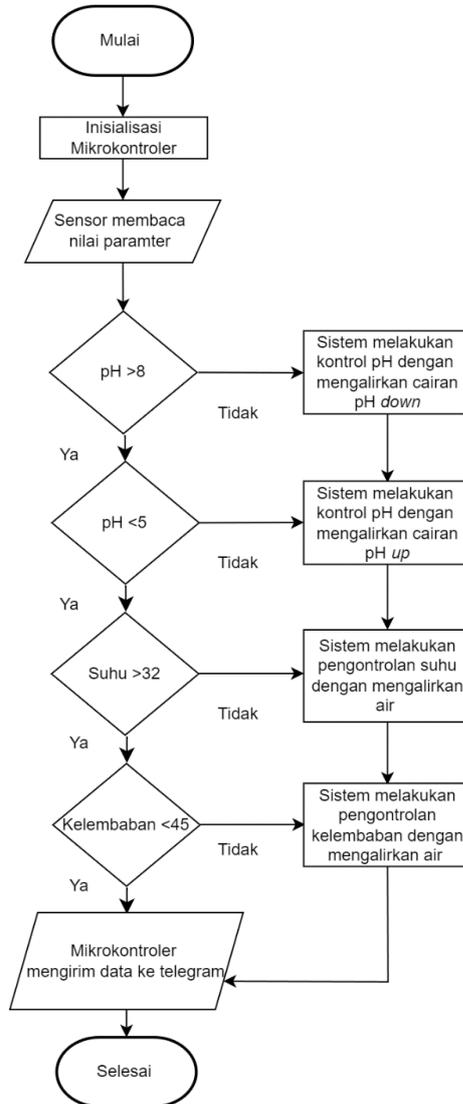


Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 3.2 terlihat blok diagram dari sistem yang dirancang. Blok diagram tersebut menunjukkan bahwa penelitian ini menggunakan beberapa sensor untuk mengumpulkan data penting. Sensor pH tanah berfungsi untuk mendeteksi tingkat keasaman atau kebasaan tanah, memberikan informasi penting mengenai kondisi tanah. Sensor kelembaban YL-69 digunakan untuk mengukur tingkat kelembaban tanah, memastikan tanah memiliki kadar air yang cukup untuk pertumbuhan tanaman. Sensor DS18B20 bertugas mengukur suhu yang ada pada wadah, membantu memantau lingkungan sekitar tanaman atau sistem yang dipelihara. Data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut akan diolah oleh mikrokontroler, yang berfungsi sebagai otak dari sistem ini. Mikrokontroler akan mengumpulkan, memproses, dan menganalisis data dari berbagai sensor. Setelah data diolah, hasilnya akan dikirimkan ke aplikasi telegram yang ada pada *smartphone*. Dengan cara ini, pengguna dapat memantau kondisi tanah dan lingkungan secara *real-time* melalui *smartphone* mereka, memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat dan tepat untuk menjaga kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman atau sistem yang dipelihara.

3.3.2 FLOWCHART ALUR SISTEM

Flowchart alur sistem mendeskripsikan mengenai sistem alur kerja pada perangkat mulai dari proses awal hingga akhir.



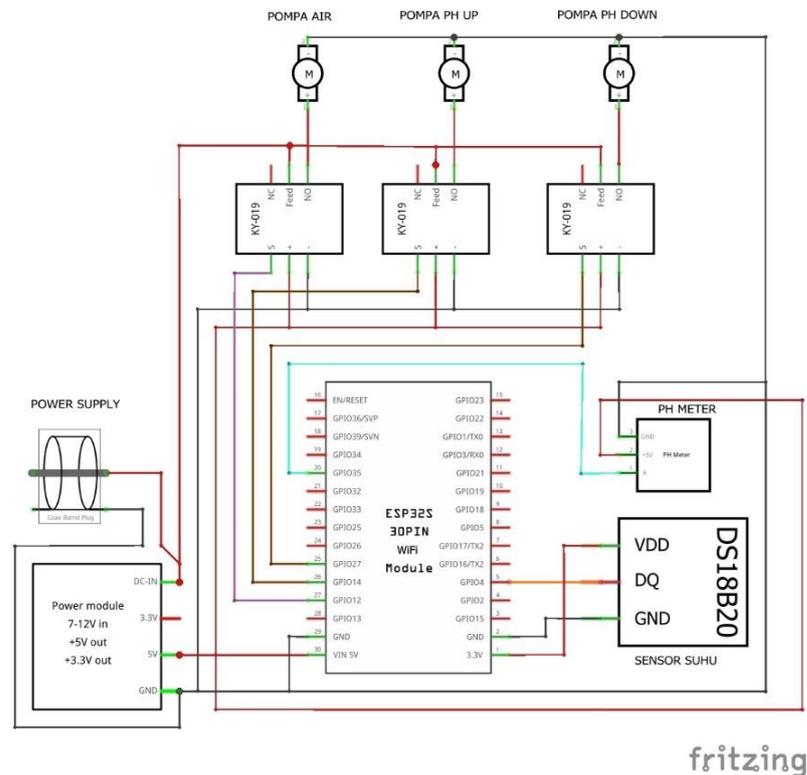
Gambar 3.3 Flowchart Alur Sistem

Pada gambar 3.3 menjelaskan tentang mikrokontroler yang digunakan adalah DOIT ESP32 DEVKIT V1, kemudian sensor pH akan membaca nilai parameter pada wadah apakah sudah sesuai dengan standar yang telah ditentukan atau belum sesuai, jika belum sesuai dengan standar maka sistem akan mengirimkan perintah untuk menabahkan cairan pH *up* atau pH *down* untuk menstabilkan kadar pH pada wadah. sensor Kelembaban YL-69 akan membaca nilai kelembaban yang ada pada wadah apakah sudah sesuai dengan standar yang ditentukan, jika belum maka sistem akan memberikan perintah untuk mengalirkan

air secara merata pada tanah. Kemudian sensor suhu DS18B20 akan membaca nilai suhu yang berada pada wadah, apabila suhu belum sesuai maka sistem akan memberikan perintah untuk mengalirkan air pada wadah. Kemudian mikrokontroler akan mengirimkan hasil data dari sensor kepada pengguna melalui telegram.

3.3.3 SKEMATIK RANGKAIAN

Pada skematika rangkaian ini bertujuan untuk membuat rancangan dasar pemasangan komponen perangkat mulai dari mikrokontroler, sensor, modul *relay* dan pompa air.



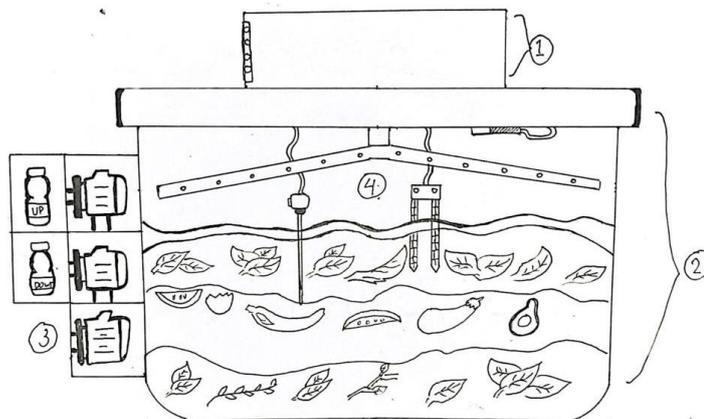
Gambar 3.4 Skematik Rangkaian

Pada gambar 3.4 menjelaskan tentang rangkaian skematik yang digunakan pada penelitian ini, dimana mikrokontroler yang digunakan adalah DOIT ESP32 DEVKIT V1, Rangkaian tersebut adalah sistem kontrol yang menggunakan DOIT ESP32 DEVKIT V1 sebagai pengontrol utama untuk mengatur tiga pompa air dan tiga sensor. DOIT ESP32 DEVKIT V1 adalah papan pengembangan yang berbasis ESP8266, sebuah mikrokontroler *wifi* yang dapat diprogram dengan bahasa Lua atau Arduino.

ESP32 terhubung ke modul daya, yang mengubah tegangan *input* 7-12V menjadi tegangan *output* +5V dan +3.3V yang dibutuhkan oleh ESP32 dan komponen lainnya. ESP32 juga terhubung ke tiga pompa air, yaitu pompa air, pompa pH *up*, dan *down*, yang digunakan untuk mengalirkan air dan menyesuaikan pH air sesuai dengan kebutuhan. Pompa-pompa ini dikontrol oleh ESP32 melalui pin-pin *digital* dan modul *relay*, yang berfungsi sebagai saklar elektronik. DOIT ESP32 DEVKIT V1 juga terhubung sensor, yaitu sensor YL-69, sensor pH dan sensor DS18B20, yang digunakan untuk mendeteksi kelembaban tanah, pH dan suhu pada wadah. Sensor-sensor ini terhubung ke mikrokontroler melalui pin-pin *analog* dan *digital*.

3.3.4 RANGKAIAN PERANGKAT

Rangkaian perangkat merupakan gambaran kasar mengenai pengimplementasian dari perangkat sistem kontrol parameter pupuk yang dibahas pada penelitian ini.



Gambar 3.5 Rangkaian Perangkat

Pada gambar 3.5 merupakan gambar desain perangkat. Perangkat dengan nomor 1 adalah *box* yang berisikan *power supply*, mikrokontroler dan *relay* yang berfungsi sebagai sumber daya yang mengubah listrik AC menjadi DC. Perangkat dengan nomor 2 adalah wadah dari pupuk berukuran 30cm x 25cm yang berfungsi untuk menampung sisa-sisa limbah dapur. Perangkat dengan nomor 3 adalah pompa yang berfungsi sebagai perangkat yang memompakan air dan cairan pH *up* dan pH *down*. Perangkat nomor 4 adalah sensor-sensor dan selang yang bekerja pada wadah pupuk.

3.4 METODE PENGUJIAN

3.4.1 PENGUJIAN AKURASI SENSOR

Setelah melakukan perancangan pada perangkat, perlu dilakukan tahap pengujian akurasi sensor, pengujian akurasi ini bertujuan untuk menghitung tingkat akurasi dan *error* dari sensor yang digunakan pada penelitian ini. Tingkat akurasi yang maksimal dan jumlah *error* yang sedikit akan membantu sistem kendali parameter pupuk untuk *dimonitoring* dengan maksimal baik secara langsung atau jarak jauh. Data yang diambil dari pengujian ini adalah data saat sensor diimplementasikan pada tanah yang berada pada wadah serta membandingkan sensor dengan pembanding yang ditentukan.

Tabel 3.2 Pengujian sensor *soil moisture*

No	Parameter	Aksi	Percobaan
1	Kelembaban tanah <i>range</i> 44-51%	Hasil pembacaan sensor dibandingkan <i>soil meter</i> untuk mendapatkan nilai <i>error</i> dan akurasi dari sensor <i>soil moisture</i> .	Percobaan dilakukan sebanyak 5 kali per parameter, total 40 percobaan.

Pada Tabel 3.2 merupakan pengujian sensor untuk mengetahui nilai *error* dan akurasi dari sensor *soil moisture* YL-69 dilakukan perhitungan dengan membandingkan nilai suhu dari sensor dengan alat pembanding *soil meter* menggunakan persamaan sebagai 2.1. Setelah nilai *error* telah diketahui maka langkah selanjutnya adalah mengukur tingkat akurasi menggunakan persamaan 2.2.

Tabel 3.3 Pengujian sensor suhu

No	Parameter	Aksi	Percobaan
1	Suhu tanah <i>range</i> 26-33°C	Hasil pembacaan sensor dibandingkan <i>thermohygrometer</i> untuk mendapatkan nilai <i>error</i> dan akurasi dari sensor suhu.	Percobaan dilakukan sebanyak 5 kali per parameter, total 40 percobaan.

Pada Tabel 3.3 merupakan pengujian untuk mengetahui nilai *error* dan akurasi dari sensor suhu dilakukan perhitungan dengan membandingkan nilai suhu dari sensor dengan alat pembanding *thermohygrometer* menggunakan persamaan 2.1. Setelah nilai *error* telah diketahui maka langkah selanjutnya adalah mengukur tingkat akurasi menggunakan persamaan 2.2.

Tabel 3.4 Pengujian sensor pH

No	Parameter	Aksi	Percobaan
1	pH tanah <i>range</i> pH 4-8	Hasil pembacaan sensor dibandingkan <i>soil meter</i> untuk mendapatkan nilai <i>error</i> dan akurasi dari sensor pH.	Percobaan dilakukan sebanyak 5 kali per parameter, total 40 percobaan.

Pada tabel 3.4 merupakan pengujian untuk mengetahui nilai *error* dan akurasi dari sensor pH dilakukan perhitungan dengan membandingkan nilai suhu dari sensor dengan alat pembanding *soil moeter* menggunakan persamaan 2.1. Setelah nilai *error* telah diketahui maka langkah selanjutnya adalah mengukur tingkat akurasi menggunakan persamaan 2.2.

3.4.2 Pengujian Pompa

Pengujian pompa pH *up*, pH *down*, dan pompa air dilakukan untuk menentukan debit air atau cairan pH yang dikeluarkan oleh masing-masing pompa. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa *volume* cairan yang dipompa dapat mengatur kelembaban, suhu, dan pH pada pupuk sesuai dengan *set point* atau standar yang telah ditetapkan oleh pengguna. Pengujian ini memastikan bahwa pompa berfungsi dengan baik dan memberikan hasil yang akurat dalam mengontrol kondisi pupuk. Proses ini juga memungkinkan identifikasi dan penanganan potensi masalah atau ketidaksesuaian sebelum sistem digunakan secara penuh. Dengan demikian, pengujian ini memastikan sistem pengaturan pupuk beroperasi secara optimal, sesuai dengan kebutuhan spesifik.

Tabel 3.5 Pengujian pompa

Aksi	Percobaan
Pompa air dinyalakan, kemudian air yang dikeluarkan oleh pompa air dihitung volumenya menggunakan gelas takar untuk menentukan <i>debit</i> pompa air.	percobaan dilakukan 5 kali pengujian per pompa, total 5 kali pengujian

3.4.3 PENGUJIAN SISTEM KESELURUHAN

Pengujian sistem dilakukan untuk mendapatkan hasil pembacaan dari sensor yang dikirim ke telegram guna menentukan apakah suhu, pH, dan kelembaban pada pupuk sudah sesuai dengan standar yang ditentukan oleh pengguna. Pengujian ini dilakukan selama 30 hari sebanyak 30 kali, guna mendapatkan hasil pupuk yang mencukupi standar.

Tabel 3.6 Pengujian sistem keseluruhan

No	Sistem	Aksi	Percobaan
1	Kelembaban Tanah $\leq 45\%$	Melakukan percobaan sistem berdasarkan set point pengguna dengan pH 5-7, suhu 27-32°C, dan kelembaban 45-50%. Jika parameter di bawah batas yang ditentukan, pompa akan menyalurkan air dan cairan pH up atau down	Percobaan dilakukan sebanyak 30 kali.
3	Suhu $\leq 27^{\circ}\text{C}$		
5	pH ≤ 4		
6	pH ≥ 8		
7	Telegram Menerima dan mengirimkan data.		

Tabel 3.6 menjelaskan tentang percobaan sistem yang dilakukan untuk memastikan kinerja optimal berdasarkan berbagai kondisi parameter yang telah ditentukan. Pada percobaan tersebut, ketika kelembaban tanah berada di bawah 44% dan suhu kurang dari 27°C, pompa air akan otomatis menyala dan mengalirkan air ke dalam wadah melalui selang. Selain itu, untuk mengontrol nilai pH tanah, pompa akan mengalirkan larutan pH *up* atau pH *down* sesuai dengan kebutuhan berdasarkan nilai pH yang terukur pada saat itu. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa nilai pH tetap berada dalam rentang optimal untuk perkembangan pupuk.