

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

Pada sub bab 3.1 ini akan membahas tentang perangkat keras dan perangkat lunak apa saja yang digunakan dalam penelitian ini.

3.1.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari komponen alat dan juga laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

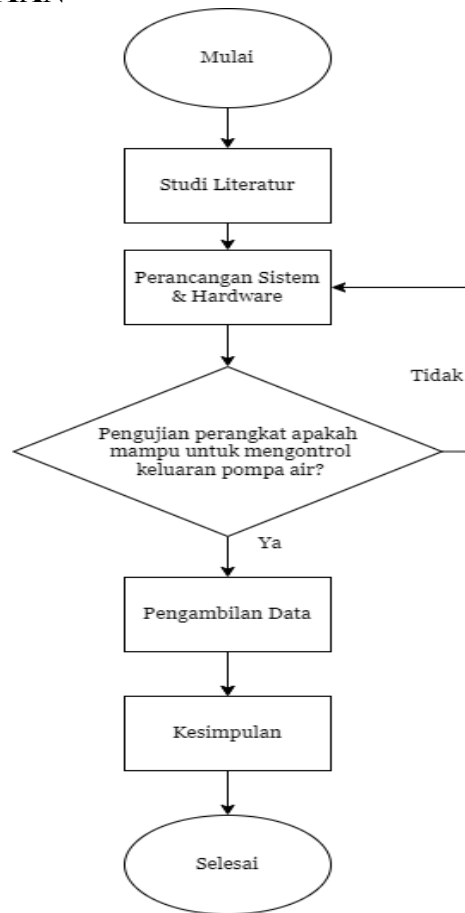
1. Laptop digunakan untuk membuat *source code* sekaligus untuk menjalankan program dari *software* terkait penelitian. Spesifikasi laptop AMD Ryzen 5 5500U 12CPUs 2.1Ghz, Windows 11 8GB RAM.
2. Sensor *soil moisture* dan DHT11 untuk membaca kelembapan tanah dan suhu.
3. NodeMCU ESP digunakan sebagai mikrokontroler yang dapat menjalankan dan mengolah data dari input dan memproseskan ke *output*.
4. Pompa air sebagai aktuator yang dapat memberikan keluaran air berdasarkan data input yang terbaca.

3.1.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu :

1. *Software Arduino* IDE digunakan untuk membuat kode program untuk dimasukkan pada mikrokontroler.
2. Telegram sebagai aplikasi yang digunakan untuk menampilkan data yang diterima dari alat.
3. Matlab sebuah *software* yang dapat membuat program *Fuzzy* untuk kontrol kendali
4. Fritzing adalah perangkat lunak untuk mendesain perangkat keras elektronik, yang dimaksudkan untuk memungkinkan desainer membangun sirkuit yang lebih permanen dari prototipe.

3.2 ALUR PENELITIAN



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur dan diakhiri dengan kesimpulan dari hasil pengambilan data yang sudah dilakukan. Untuk penjelasannya sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur menjadi fondasi bagi peneliti dalam membangun kerangka penelitian, memilih metode penelitian yang tepat, dan menganalisis data yang diperoleh. Dengan mempelajari penelitian-penelitian terdahulu, peneliti dapat terhindar dari kesalahan yang sama dan menemukan solusi yang lebih efektif.

2. Perancangan Sistem & Perangkat

Perancangan sistem diawali dengan pengumpulan dan persiapan komponen-komponen yang dibutuhkan, yaitu Sensor Kelembapan Tanah YL-69, sensor DHT11, pompa air DC12V, dan *software* Matlab. Selanjutnya, komponen-

komponen ini akan dirakit dan diprogram untuk membangun sistem kendali penyiraman tanaman otomatis yang terintegrasi.

3. Pengujian Perangkat

Setelah perakitan sistem selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk memastikan semua komponen, termasuk sensor dan perangkat lunak, berfungsi dengan baik. Apabila ditemukan kendala pada sistem, maka perlu dilakukan perancangan ulang pada perangkat keras (*hardware*) dan/atau perangkat lunak (*software*) hingga sistem dapat beroperasi dengan optimal. Setelah sistem teruji dan berfungsi dengan baik, barulah penelitian dapat dilanjutkan ke tahap pengambilan dan analisis data.

4. Pengambilan dan Analisa Data

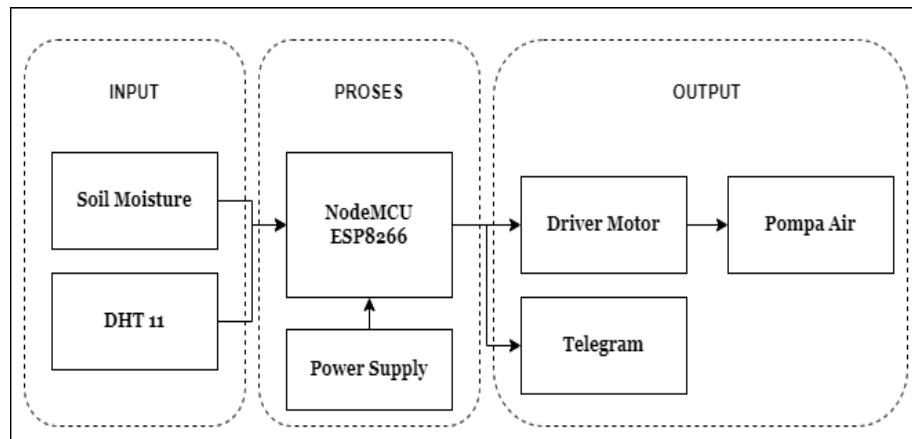
Setelah perangkat dapat beroperasi dengan baik, selanjutnya dapat dilakukan pengambilan data dan analisis dari perangkat yang telah dibuat. Pengambilan data dari sistem kendali *Fuzzy* untuk kendali pompa air dilakukan pada *software* matlab. Setelah data dari hasil percobaan penelitian didapatkan, data hasil pengukuran lalu dibandingkan dengan sebuah alat ukur yang dapat menunjukkan kalibrasi pengukuran dari pembacaan sensor.

5. Kesimpulan dan saran

Hasil yang didapat dari pengambilan proses sebelumnya kemudian dijadikan kesimpulan berdasarkan hasil pengujian dan analisa mengenai Pengujian Fungsionalitas Prototipe, Pengujian Sensor *Soil Moisture*, Pengujian Sensor Suhu, Pengujian Notifikasi Telegram, Pengujian Sistem Kendali *Fuzzy* dan saran untuk penelitian selanjutnya.

3.3 PERANCANGAN SISTEM

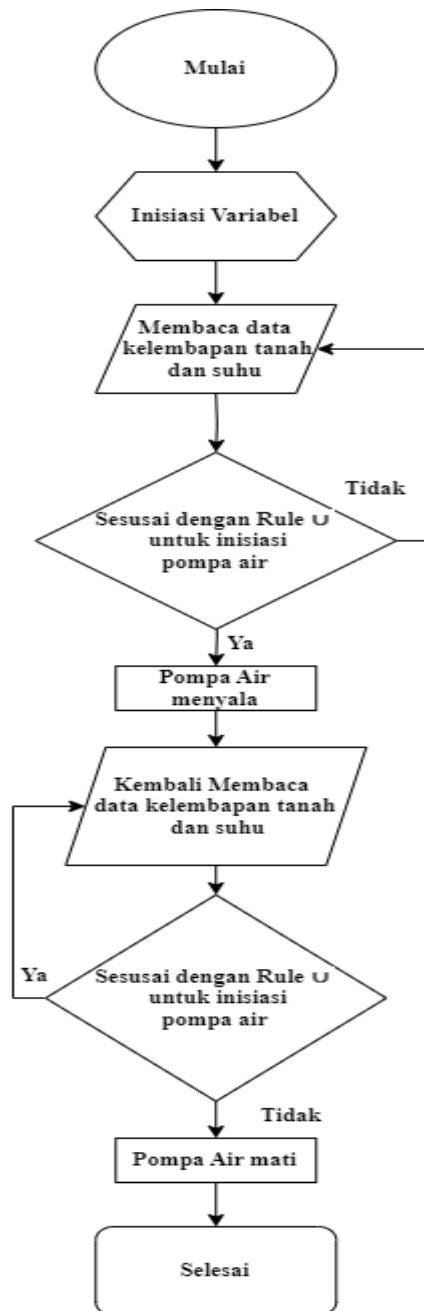
Perancangan perangkat menunjukkan bagaimana perangkat dapat bekerja, berawal dari proses input data hingga hasil *output* yang dihasilkan, Proses perancangan sistem ini saling terintegrasi antara suatu komponen dan sistem yang sudah dibuat. Hubungan sistem dan perangkat keras dapat ditunjukkan seperti gambar diagram blok di bawah ini.



Gambar 3. 2 Blok Diagram

Berdasarkan gambaran dari diagram blok di atas dapat dijelaskan terkait penelitian yang akan dilakukan, yaitu secara garis besar terdapat bagian input merupakan sensor *soil moisture* dan DHT11 yang akan mengirimkan input data pembacaan kelembapan tanah, kemudian bagian proses terdapat mikrokontroler ESP8266 sebagai kendali yang menerima data dari input sensor. Setelah mendapatkan data dari sensor, kemudian mikrokontroler memproses perolehan data tersebut dengan *software* yang sudah dibuat pada sistem. Setelah itu sistem kendali dapat memberikan keputusan dan mengirimkan data pada *driver* motor. Tahap dari proses *output* nantinya dapat menjalankan pompa air dari hasil pembacaan sensor input. Pompa air bereaksi terhadap masukan dan menghasilkan tindakan seperti yang diberikan pada program, hasil proses tersebut akan ditampilkan melalui notifikasi pada aplikasi telegram sebagai pemberi informasi data alat. Power supply digunakan pada mikrokontroler dan *driver* motor sebagai catu daya, *driver* motor memerlukan penggunaan daya sebesar 12V, sumber tegangan dari mikrokontroler tidak dapat mencukupi jika hanya sebesar 5V.

Flowchart merupakan alat bantu visual yang menggambarkan alur dan urutan langkah-langkah dalam suatu proses atau program. Alat ini menggunakan simbol-simbol standar untuk mewakili berbagai jenis langkah, seperti input data, pemrosesan, keputusan, dan *output*. Berikut adalah bagan alir dari sistem yang akan ditunjukkan pada gambar 3.3

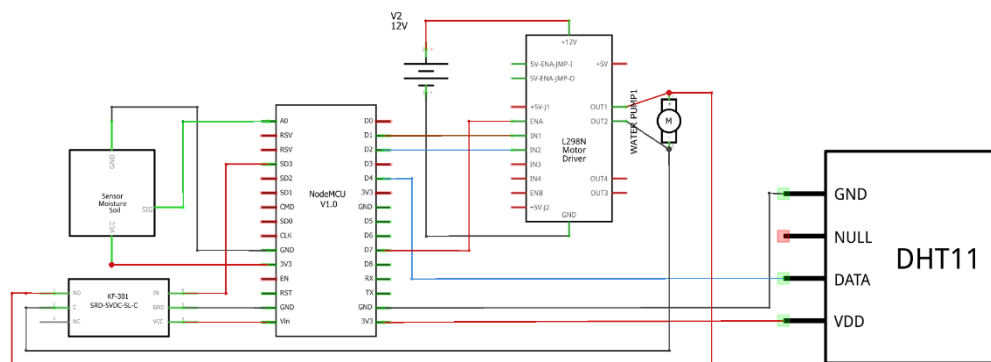


Gambar 3.3 Flowchart Program

Dari gambar di atas menunjukkan konfigurasi seluruh rangkaian yang digunakan. Proses awal dilakukan dengan pengaktifan seluruh sistem dengan menghubungkan adaptor pada saklar listrik. Setelah aktif sensor akan membaca kadar kelembaban tanah dan kondisi suhu di sekitar, selanjutnya memberikan informasi kelembaban tanah dan suhu di sekitar pada mikrokontroler. Jika data input yang didapat sesuai *rule based* dari sistem kendali *fuzzy* maka pompa air menyala, namun jika data didapat tidak sesuai *rule based* dari sistem kendali *fuzzy*

maka sistem akan membaca kembali data input dari sesnor. Setelah pompa menyala sistem akan membaca kembali kondisi *rule based* dari sistem kendali, jika kondisi data sesuai maka pompa air akan mati dan menampilkan *output* berupa keterangan dari kelembapan tanah dan suhu tersebut pada telegram sebaliknya jika kondisi *rule based* dari sistem kendali tidak sesuai, sistem akan mengecek kembali data dari input sensor hingga kondisi terpenuhi.

Dalam rangkaian sistem terdapat perancangan *hardware* sebagai awal bagaimana sistem dibuat, konfigurasi pin dan keterkaitan antar komponen dapat ditunjukkan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3. 4 Wiring Diagram

Perangkaian *hardware* alat pendeteksi kelembapan tanah dan penyiram tanaman tomat otomatis. Penggunaan pin pada sensor *soil moisture* terdapat pin A0 NodeMCU terhubung dengan pin SIG sensor *soil moisture* digunakan sebagai pembaca analog, Pin GND terhubung dengan GND NodeMCU, pin VCC terhubung dengan 3V3 NodeMCU digunakan untuk memberikan daya pada sensor. Sensor DHT 11 hanya menggunakan pin data pada D4 kemudian menggunakan pin daya 3V3 dan ground pada pin GND.

Pin ENA pada *driver* motor l298n dihubungkan dengan D7 digunakan sebagai pengendali kecepatan pompa air melalui PWM. Pin IN1 dihubungkan dengan D1 dan Pin IN2 dihubungkan dengan D2 sebagai pengatur ON OFF pompa air. Pin 12V dan GND dihubungkan pada *power supply*, GND dipasangkan *jumper* pada GND mikrokontroler. Terdapat Pin OUT 1 yang dihubungkan dengan kabel + pompa air dan OUT 2 dihubungkan dengan – pompa air.

Tabel 3. 1 Koneksi Antar Komponen

Alat Komponen	Pin Digunakan
Sensor <i>soil moisture</i>	SIG ↔ A0 (ADC) GND VCC ↔ 3V3
DHT11	OUT ↔ D4 GND VCC ↔ 3V3
L298N Motor <i>Driver</i>	ENA ↔ D7 (GPIO13) IN1 ↔ D1 (GPIO5,SCL) IN2 ↔ D2 (GPIO4,SDA) 12 V ↔ Power Supply GND ↔ Power Supply GND ↔ ESP8266
Pompa Air DC	+ ↔ OUT 1 L298N - ↔ OUT 2 L298N

3.4 KENDALI FUZZY

Metode *Fuzzy* Sugeno, salah satu metode *Fuzzy*, diterapkan untuk mengontrol status nyala atau mati pompa berdasarkan data kelembapan tanah yang diperoleh dari sensor *soil moisture*. Hasilnya adalah kontrol status penyiraman pompa. Berikut merupakan langkah – langkah dalam perhitungan Metode *Fuzzy* sugeno :

3.4.1 Fuzzifikasi

Dalam tahap Fuzzifikasi proses digunakan untuk mengubah informasi dari inputan data sensor ke data himpunan *Fuzzy* linguistik.

Tabel 3. 2 Fuzzifikasi

Nilai Variabel	Nilai Linguistik
Kelembapan Tanah	Kering, Lembap, Basah
Suhu	Dingin, Sedang, Panas
Status Pompa	Mati, Cepat, Lama

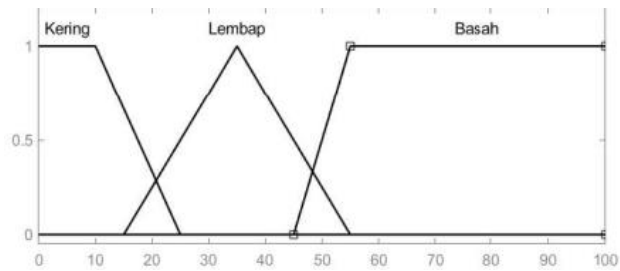
a) Kelembapan Tanah

Kelembapan tanah terdiri dari 3 himpunan *Fuzzy* yaitu kering, lembap, basah. Nilai kelembapan tanah saat berada pada 0-25% direpresentasikan dengan

nilai kering, saat nilai sebesar 15-55% direpresentasikan sebagai nilai lembap, dan terakhir saat nilainya diatas 45% akan direpresentasikan sebagai nilai Basah. Fungsi keanggotaan kelembapan tanah direpresentasikan pada gambar 3.5.

Tabel 3. 3 Variabel Kelembapan Tanah

Nilai Linguistik	Domain
Kering	0-25%
Lembap	15-55%
Basah	45-100%



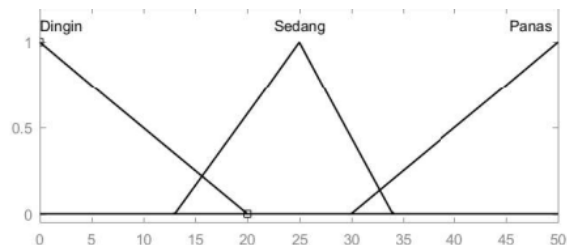
Gambar 3. 5 Fungsi Keanggotaan Himpunan Kering, Lembap, Basah Dari Variabel Kelembapan Tanah

b) Suhu

Suhu terdiri dari 3 himpunan *Fuzzy* yaitu dingin, sedang, panas. Nilai Suhu saat berada pada 0-20C° direpresentasikan dengan nilai dingin, saat nilai sebesar 13-34C° direpresentasikan sebagai nilai sedang, dan terakhir saat nilainya diatas 30C° akan direpresentasikan sebagai nilai panas. Fungsi keanggotaan suhu direpresentasikan pada gambar 3.6.

Tabel 3. 4 Variabel Suhu

Nilai Linguistik	Domain
Dingin	0-20 C°
Sedang	13-34 C°
Panas	30-50 C°



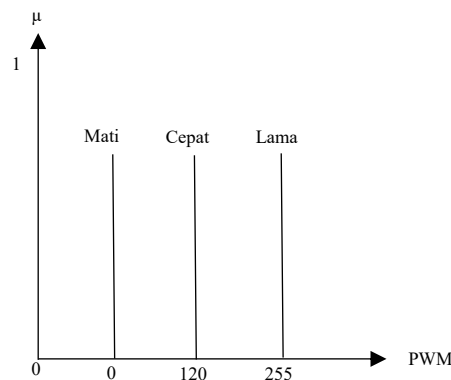
Gambar 3. 6 Fungsi Keanggotaan Himpunan Dingin, Sedang, Panas Dari Variabel Suhu

c) Keluaran Pompa Air

Keluaran dari pompa berupa pengontrolan penyiraman air dengan cara mengatur kecepatan motor pada pompa air. Dalam penelitian ini nilai dari pompa terdapat 3 keanggotaan : Pompa dalam keadaan Mati, Pompa dalam keadaan menyala cepat memberikan keluaran pompa air dengan kecepatan pelan, dan pompa dalam keadaan menyala lama memberikan keluaran pompa air dengan kecepatan kencang. Fungsi keanggotaan ini yang direpresentasikan dengan nilai detik. Fungsi keanggotaan status pompa direpresentasikan pada Gambar 3.7.

Tabel 3. 5 Variabel *Output* Pompa Air

Nilai Linguistik	Domain
Mati	0
Cepat	0.5
Lama	1



Gambar 3. 7 Diagram *Output* Mati, Cepat, Lama dari variabel Keluaran Pompa Air

3.4.2 Menentukan *Rule Based*

Rule based adalah sejumlah aturan yang memetakan nilai masukan *Fuzzy* ke nilai keluaran *Fuzzy*. Aturan ini dinyatakan

Tabel 3. 6 *Rule based*

Rule	Kelembapan Tanah	Suhu	Waktu penyiraman
1	Kering	Dingin	Lama
2	Kering	Sedang	Lama

Rule	Kelembapan Tanah	Suhu	Waktu penyiraman
3	Kering	Panas	Lama
4	Lembap	Dingin	Mati
5	Lembap	Sedang	Cepat
6	Lembap	Panas	Cepat
7	Basah	Dingin	Mati
8	Basah	Sedang	Mati
9	Basah	Panas	Mati

3.4.3 Defuzzifikasi

Tahap akhir dari pengendalian kontrol *Fuzzy* terdapat Defuzzifikasi. Tahap ini dilakukan dengan mengambil input berupa nilai dari setiap *rule*. Metode Rata-Rata Berat (*Weighted Average*) adalah salah satu teknik defuzzifikasi yang digunakan untuk mengubah nilai *fuzzy* (derajat keanggotaan) menjadi nilai *crisp* yang konkret. Metode Rata-Rata Berat menghitung nilai *crisp* dengan mengalikan setiap nilai *fuzzy* (atau nilai *output* dari sistem *fuzzy*) dengan derajat keanggotaan (tingkat keyakinan) yang bersesuaian, lalu mengambil rata-rata tertimbang dari hasil perkalian tersebut. Defuzzifikasi menghasilkan *output* yang menentukan keadaan pompa, apakah NYALA atau MATI.

Contoh Perhitungan Defuzzifikasi :

$$\mu[x, b, a] = \begin{cases} 0 & , x < a \text{ atau } x > c \\ (x - a)/(b - a) & , a \leq x \leq b \\ (c - a)/(c - b) & , b \leq x \leq c \end{cases} \quad (3.1)$$

Menggunakan Input

- Suhu (32°C):

Dingin: $\mu_{\text{Dingin}}(32) = 0$ (karena 32 tidak dalam rentang 0 hingga 20)

Sedang: $\mu_{\text{Sedang}}(32) = \frac{34-32}{34-25} = \frac{2}{9} \approx 0.222$

Panas: $\mu_{\text{Panas}}(32) = \frac{34-30}{40-30} = \frac{2}{10} = 0.2$

- Kelembapan tanah (47%):

Kering: $\mu_{\text{Kering}}(47) = 0$ (karena 47 tidak dalam rentang 0 hingga 25)

$$\text{Lembap: } \mu_{\text{Lembap}}(47) = \frac{55-47}{55-35} = \frac{8}{20} = 0.4$$

$$\text{Basah: } \mu_{\text{Basah}}(47) = \frac{47-45}{55-45} = \frac{2}{10} = 0.2$$

Aturan 5: $\mu_{\text{Lembap}} - \text{Sedang} = 0.222$, *Output* = Cepat (0.5)

Aturan 6: $\mu_{\text{Lembap}} - \text{Panas} = 0.2$, *Output* = Cepat (0.5)

Aturan 8: $\mu_{\text{Basah}} - \text{Sedang} = 0.2$, *Output* = Mati (0)

Aturan 9: $\mu_{\text{Basah}} - \text{Panas} = 0.2$, *Output* = Mati (0)

Hasil *Rule based* mendapatkan aturan 8 karena data input termasuk ke dalam kategori Sedang dan Basah. Aturan 8 menunjukkan bahwa *output* mati

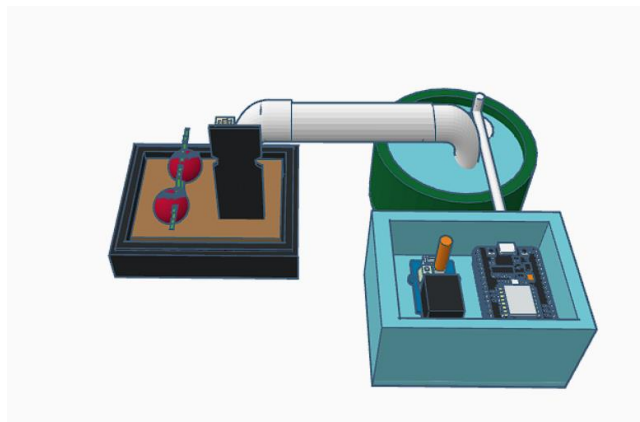
$$\text{Output} = \frac{(0.222 \times 0.5) + (0.2 \times 0.5) + (0.2 \times 0) + (0.2 \times 0)}{0.222 + 0.2 + 0.2 + 0.2}$$

$$\text{Output} = \frac{(0.111) + (0.1) + (0) + (0)}{0.822}$$

$$\text{Output} = \frac{0.211}{0.822} = 0.257$$

3.5 PROTOTYPE ALAT

Perancangan *prototype* terdiri dari beberapa komponen seperti Wadah air, *power supply*, media tanaman, dan box mikrokontroler.



Gambar 3. 8 *Prototype* Alat

Gambar 3.8 merupakan *prototype* dari alat pendeteksi kelembapan tanah dan penyiram tanaman tomat otomatis, terdapat wadah air berukuran tinggi 20 cm dan memiliki diameter lingkaran 10 cm yang di dalamnya telah terdapat Pompa air DC 12V. Wadah air dapat menampung air sebesar 1000ml, dan terhubung dengan mikrokontroler. Kemudian terdapat sebuah wadah untuk ditempatkan oleh tanaman Tomat dan sensor kelembapan tanah, wadah ini terhubung dengan saluran pompa air. Pompa air dapat langsung memberikan keluaran air pada tanaman tomat.

3.6 METODE PENGUJIAN

Pada tahapan metode pengujian penelitian ini dilakukan uji terhadap perangkat yang sudah dibuat, pengujian ini meliputi cara kerja komponen dan sensor yang terpasang sekaligus uji coba sistem kendali yang sudah dibuat. Pengujian ini dilakukan beberapa metode yaitu:

3.7.1 Pengujian Sensor *Soil Moisture*

Pengujian sensor *Soil Moisture* YL-69 bertujuan untuk memastikan apakah sensor *soil moisture* dapat membaca kelembapan tanah yang diberi air dengan akurat. Pengujian pertama dengan membandingkan nilai pembacaan kelembapan tanah dari sensor YL-69 dengan alat pengukur kelembapan tanah (*soilmeter*) pada beberapa parameter yang sudah ditentukan. Selanjutnya hasil perbandingan yang sudah didapatkan dicari nilai eror, akurasi hingga nilai Presisinya dari pengukuran ini dan dicatat pada tabel.

3.7.2 Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT dilakukan untuk mengetahui hasil pembacaan sensor dapat membaca kondisi suhu yang ada di sekitar tanaman. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor DHT11 dengan sebuah termometer kayu (air raksa), selanjutnya pengujian dilakukan dengan meletakkan sensor DHT11 dan termometer pada kondisi ruangan yang berbeda. Pengujian dilakukan pada ruangan terbuka, ruangan berisi AC, memasukkan alat ke dalam kulkas dan pada ruangan biasa tanpa AC. Hal ini perlu dilakukan untuk mencari akurasi pembacaan sensor secara akurat.

3.7.3 Metode Analisa Pengontrol (*Fuzzy*)

Pengujian sistem kendali *Fuzzy* dilakukan untuk mengetahui pemrograman sistem yang dilakukan pada *software* matlab dapatkah beroperasi dengan baik dalam mengendalikan keluaran pompa air DC 12V berdasarkan masukan dari sensor *soil moisture* YL-69 dan DHT11. Dalam *software* Matlab ini dapat diketahui hasil dari nilai set *point* yang nantinya dibandingkan dengan hasil pengukuran dari sistem yang diterapkan pada alat.

3.7.4 Pengecekan Notifikasi Telegram

Output yang diterima dari alat akan ditampilkan pada aplikasi telegram dalam bentuk notifikasi. Data yang ditampilkan berupa nilai dari sensor DHT11 suhu dan *humidity*, kemudian Sensor *Soil Moisture* menampilkan data kelembapan tanah. *Interface* dari aplikasi telegram dapat digunakan dengan cara menekan pilihan perintah yang sudah dibuat dari program.

3.7.5 Metode Pengukuran Kinerja Perangkat

Pengujian perangkat dilakukan dengan mendemonstrasikan alat, dapatkah perangkat bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat. Perangkat kemudian dijalankan hingga perangkat tersebut dapat beroperasi sesuai dengan parameter program yang sudah dibuat. Pompa air dapat bekerja mengikuti hasil dari defuzzifikasi yang dibuat oleh sistem kendali, *output* yang didapat berdasarkan *rule based* dari input variabel suhu dan kelembapan tanah.