



Embedded System

Sistem Pemberian Air dan Pupuk pada Tanaman Melon Menggunakan Irigasi Tetes

*Ella Alfareza¹, Tati Erlina^{*2}*

^{1,2} Departemen Teknik Komputer, FTI Universitas Andalas Limau Manis Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163 Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Diterima Redaksi: 5 Mei 2023
Revisi: 30 Agustus 2023
Ditebitkan Online: 31 Oktober 2023

KEYWORDS

Melon, drip irrigation, RTC, soil pH, water level sensor

CORRESPONDENCE

E-mail: tatierlina@it.unand.ac.id

ABSTRACT

Melon is one of the high value crops, so it needs to be empowered. Melon growth is closely related to the state of water, soil pH, and nutrients. A mismatch in water content causes stunted growth. Melon grow well in soil with a pH of 6-7, where nutrients are easily absorbed. Human has limitations in watering, fertilising and controlling the pH of the soil manually. Therefore, a system for automatic watering, fertilisation and pH control with drip irrigation is needed. This system uses Arduino Mega2560 as a microcontroller, RTC for scheduling watering and fertiliser, pH sensor for controlling soil pH, water level sensor to measure the contents of the container with notification to Telegram. In this research, the system succeeded in watering and fertilising on schedule with 100% time accuracy, and controlling soil pH with a pH measurement accuracy of 95.57%. The system also successfully detected the solution running out and sent the notification to Telegram. The melon plants grow faster using the system than manually, with a difference in plant height of 1.029 cm on day 7. Thus it can be concluded that the system for automatic watering, fertilising, and pH control of melon plants has been successfully built.

PENDAHULUAN

Melon merupakan jenis tanaman yang perlu mendapatkan perhatian lebih karena mempunyai nilai jual yang tinggi, sehingga dapat memperbaiki sistem perekonomian Indonesia, khususnya di sektor pertanian[1]. Pertumbuhan tanaman melon sangat erat kaitannya dengan keadaan lingkungan tempat bertumbuhnya tanaman tersebut, termasuk faktor kadar air, pH tanah dan kebutuhan unsur hara.

Air memiliki peranan penting terhadap pertumbuhan tanaman melon. Tidak hanya memperhatikan kesesuaian kadar air, perlu diketahui bahwa kekurangan atau kelebihan air dapat mengakibatkan lambatnya pertumbuhan tanaman, bahkan hingga mengakibatkan tanaman mati[2]. Tanaman melon pada dasarnya membutuhkan air yang cukup banyak, tetapi sebaiknya air berasal dari irigasi bukan dari air hujan. Selain air, pH tanah juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman[3]. Pada umumnya, unsur hara mudah diserap oleh akar tanaman pada pH tanah netral 6-7 karena pada pH tersebut sebagian besar unsur hara mudah larut dalam air.

Dari penelitian terdahulu[4], dibuat sistem otomatis pemeliharaan tanaman berbasis IoT, untuk memberi air dengan sistem katrol

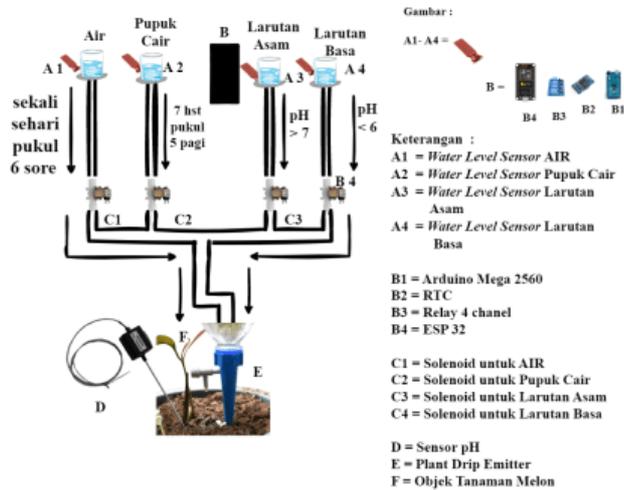
dan memonitoring kelembaban tanah dan suhu udara. Sistem ini tidak dapat digunakan untuk tanaman melon, karena pemberian air dan pupuk dengan sistem katrol akan membasahi seluruh bagian tanaman, termasuk daun dan batang, sehingga tanaman akan terkena penyakit. Sementara itu, pada penelitian lain[5] sistem irigasi taman otomatis dibuat dengan irigasi sprinkler serta pendeteksian kelembaban tanah. Dari segi pemberian air untuk kebun sangat baik karena membasahi seluruh tanaman, namun untuk tanaman melon sistem ini kurang efisien, karena banyak air yang terbuang, di samping pemberian air yang diberikan secara meluas yang membasahi batang serta daun melon dapat memicu penyakit pada tanaman melon.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi para petani melon dalam pemberian air, pupuk, larutan pengontrol pH (asam dan basa), serta keterbatasan tenaga manusia untuk menyiram, pada penelitian ini dirancang alat penyiraman otomatis dengan sistem irigasi tetes dengan judul “Sistem Pemberian Air dan Pupuk Pada Tanaman Melon Menggunakan Irigasi Tetes”.

METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan Umum Sistem

Rancangan umum sistem merupakan suatu gambaran dari rancangan sistem yang dibuat. Rancangan umum sistem irigasi tetes air dan pupuk melon ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Rancangan Umum Sistem

Pada Gambar 1 dilakukan proses pemberian air, pemberian pupuk dan pengontrolan pH tanah dengan cara ditetaskan melalui emitter. Proses ini dilakukan dengan beberapa alat ukur yaitu berupa komponen sensor pH tanah dan RTC. Ketika data dari komponen tersebut telah terbaca oleh sensor, maka dilakukan pemrosesan oleh mikrokontroler untuk dilanjutkan dengan pengambilan keputusan yang akan dilakukan.

Pada perancangan sistem ini digunakan beberapa komponen sebagai berikut.

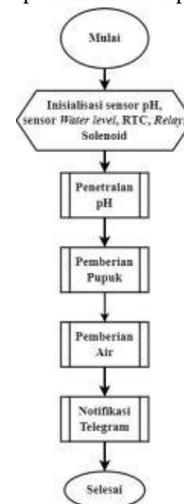
1. Arduino Mega, digunakan sebagai mikrokontroler atau unit pemroses utama sistem. Arduino Mega yaitu papan mikrokontroler berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560 yang memiliki banyak pin input/output[6], sehingga cocok digunakan pada sistem ini.
2. NodeMCU ESP32, berfungsi untuk media komunikasi antara mikrokontroler dengan aplikasi Telegram pada smartphone. NodeMCU ESP32 ini termasuk perangkat keras berupa System on Chip (SoC) dengan Wi-Fi mode ganda dan fungsionalitas Bluetooth perangkat elektronik yang bisa aplikasi wear dan IoT[7].
3. Sensor pH tanah berfungsi untuk membaca pH yang terkandung didalam tanah.
4. Relay berfungsi untuk menyambungkan dan memutuskan arus listrik pada power supply. Relay adalah sebuah saklar yang beroperasi secara elektrik dengan prinsip elektromagnetik yang bertujuan untuk menggerakkan kontak saklar sehingga hanya dengan arus listrik yang rendah (low power) masih dapat menghantarkan arus listrik yang bertegangan lebih tinggi[8].
5. Real Time Clock (RTC) berfungsi untuk dapat membaca waktu dengan tepat serta dapat menjalankan sistem pada jadwal yang telah ditentukan. RTC adalah IC yang memiliki fungsi sebagai penghitung waktu, mulai dari

detik, menit, tanggal, bulan dan tahun secara akurat dan menyimpan data waktu secara realtime[9].

6. Solenoid berfungsi untuk membuka tutup pipa pada wadah larutan.
7. Sensor water level berfungsi untuk mengukur ketinggian air dalam suatu wadah atau tangki air. Sensor water level merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air dengan output analog kemudian diolah menggunakan mikrokontroler[10].
8. Smartphone merupakan perangkat yang berperan untuk menerima informasi dari sistem melalui aplikasi Telegram.
9. Telegram digunakan sebagai aplikasi untuk mengontrol sistem dan menerima informasi dari sistem. Telegram merupakan aplikasi layanan pengiriman pesan yang dapat digunakan diberbagai dan dapat dimanfaatkan sebagai aplikasi IoT dengan memanfaatkan Bot Telegram[11].

Rancangan Proses

Pada perancangan perangkat lunak ini menggunakan arduino IDE untuk melakukan pemrograman pada mikrokontroler yang menjadi pusat kendali dari sistem. Program sendiri akan memberikan perintah atau instruksi pada sistem yang dimulai dengan melakukan penginisialisasian keadaan awal sampai akhir dari sistem untuk mendapatkan hasil output.



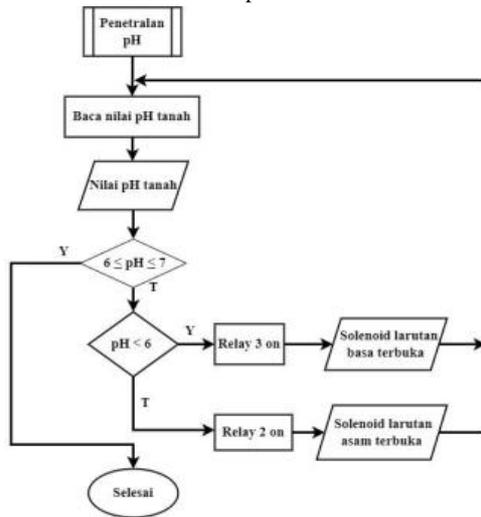
Gambar 3. Flowchart Rancangan Perangkat Lunak

Sistem dimulai dengan inialisasi sensor pH, RTC sensor water level, relay, dan solenoid untuk memastikan setiap komponen siap digunakan. Setelahnya sistem akan melakukan proses-proses penetralan pH, pemberian air, dan pemberian pupuk, sesuai dengan prosedurnya masing-masing. Setelah sistem selesai memberikan notifikasi hasil pemrosesan sistem melalui Telegram, maka proses sistem selesai.

Proses Penetratan pH Tanah

Pada proses penetralan pH tanah diawali dengan pembacaan nilai pH. Apabila nilai $6 < pH < 7$ maka proses selesai, akan tetapi ketika $pH < 6$ atau tanah bersifat asam, maka solenoid larutan basa pada wadah akan terbuka sampai pH tanah netral. Semakin rendah nilai pH tanah, maka semakin banyak larutan basa yang ditetaskan sampai dilakukan proses pembacaan kembali nilai $6 < pH < 7$. Ketika nilai pH tanah telah netral maka proses selesai. Selanjutnya apabila nilai $pH > 7$ atau tanah bersifat basa, maka diperlukan larutan asam untuk menurunkan pH tanah, sehingga

solenoid larutan asam terbuka. Semakin besar nilai pH tanah, maka semakin banyak larutan asam yang diteteskan sampai dilakukan proses pembacaan kembali nilai $6 < \text{pH} < 7$. Ketika nilai pH tanah telah netral maka proses selesai.



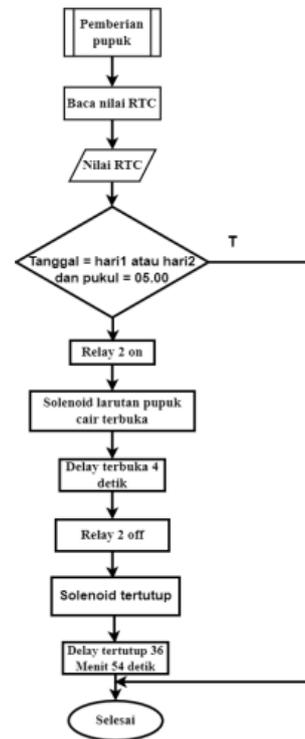
Gambar 4. Flowchart Penetrasi pH Tanah

Proses Pemberian Pupuk

Proses pemberian pupuk diawali dengan pembacaan waktu dari RTC, di mana nilai jam yang terbaca dari RTC akan menentukan proses pemberian pupuk, dengan ketentuan sebagai berikut [12]:

1. Pemberian pupuk I
Umur 7 – 10 hari setelah tanam
2. Pemberian pupuk II
Umur 17 – 25 hari setelah tanam
3. Pemberian pupuk III
Umur 31 – 39 hari setelah tanam
4. Pemberian pupuk IV
Umur 41 – 49 hari setelah tanam

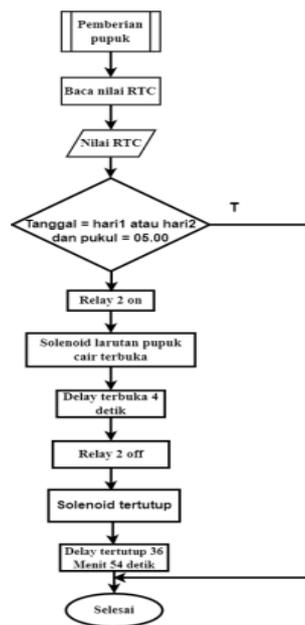
Adapun pada sistem ini ditetapkan pemberian pupuk dilakukan setiap pukul 05.00 pagi, dengan pemberian pertama kali yaitu pada hari ke-8, 21, 34, dan hari ke-47 di mana pemberian dilakukan 13 hari setelah pemberian pupuk terakhir secara berturut-turut. Dengan demikian pada rancangan proses pemberian pupuk dilakukan berdasarkan tanggal yang telah di-setting pada RTC yaitu berdasarkan hari ke-1 dan hari ke-2 pukul 5 pagi yang menandakan waktu-waktu pemberian pupuk sebagaimana yang telah dihitung sebelumnya. Ketika kondisi perulangan ini terpenuhi, maka relay 2 on serta solenoid larutan pupuk cair terbuka selama 4 detik dan relay 2 off maka solenoid tertutup selama 36 menit 54 detik dengan mengalirkan serta meneteskan larutan pupuk cair sebanyak 500 ml untuk tanaman melon.



Gambar 5. Flowchart Pemberian Pupuk

Proses Pemberian Air

Proses penyiraman dilakukan satu kali sehari berdasarkan waktu RTC yang telah ditentukan. Ketika RTC telah membaca waktu pemberian air yaitu pukul 18.00 maka relay 1 on solenoid air terbuka selama 6 detik dan relay 1 akan off selama 51 menit 1 detik. Selama solenoid tertutup maka air akan mengalir di pipa tersebut serta meneteskan air sebanyak 600 ml untuk tanaman melon.



Gambar 6. Flowchart Pemberian Air

Proses Notifikasi Telegram

Gambar di bawah merupakan *flowchart* proses pengiriman notifikasi ke telegram pemilik tanaman melon, di mana notifikasi akan terkirim ketika pemilik tanaman memberikan perintah start maka notifikasi tersebut akan dikirimkan berupa nilai pH, kondisi di mana air, pupuk serta larutan asam dan basa habis atau hampir habis. Dan sistem pada awalnya sistem harus terkoneksi dengan jaringan *Wifi*, ketika *Wifi* telah terhubung maka notifikasi dikirim ke pemilik telegram dalam bentuk pesan.



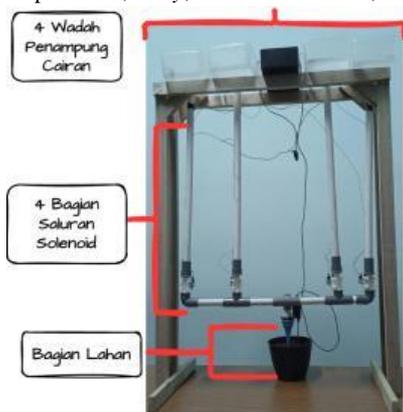
Gambar 7. *Flowchart* Notifikasi Telegram

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem

Implementasi Perangkat Keras

Pada perancangan sistem irigasi tetes air dan pupuk ini memiliki beberapa komponen perangkat keras yaitu Arduino Mega, ESP32, sensor pH tanah, *relay*, sensor *water level*, RTC.



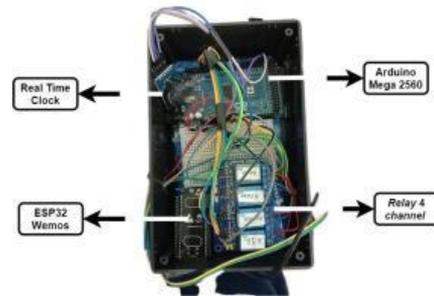
Gambar 8. Implementasi Perangkat Keras Secara Keseluruhan

Pada implementasi perangkat keras ada empat bagian yaitu :

1) Bagian Kendali

Bagian kendali ini adalah bagian tempat meletakkan mikrokontroler, arduino Mega 2560, ESP32, *relay*, adaptor DC 12V, RTC.

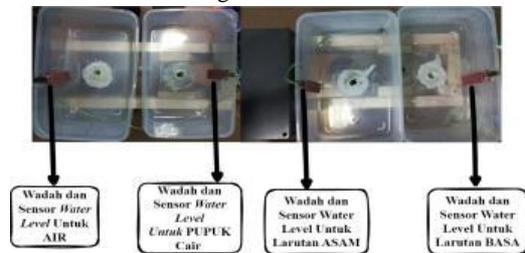
- Arduino Mega dan ESP32 merupakan mikrokontroler yang akan memproses instruksi-instruksi.
- *Relay* berfungsi untuk menyambungkan dan memutuskan arus listrik pada *power supply*.
- Adaptor DC 12V sebagai sumber tegangan.
- *Real Time Clock* DS3231 berfungsi untuk membaca waktu dengan tepat serta dapat menjalankan sistem pada jadwal yang telah ditentukan.
- ESP32 adalah modul *wifi* yang digunakan sebagai media komunikasi data dari keseluruhan output sensor yang dikirimkan notifikasi ke Telegram pengguna.



Gambar 9. Bagian Kendali

2) Bagian Wadah

Sensor *water level* berfungsi untuk mengukur ketinggian air dalam suatu wadah atau tangki air.

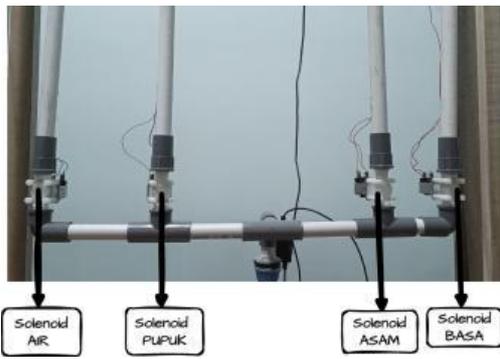


Gambar 10. Bagian Wadah

Pada Gambar 10 gambar bagian wadah dimana pada bagian wadah tersebut merupakan tempat penampungan air, pupuk cair, larutan asam dan larutan basa. Dimana pada wadah terdapat sensor *water level* yang digunakan untuk mengukur ketinggian air dalam suatu wadah penampungan yang nantinya akan mengirimkan notifikasi ke telegram ketika diminta oleh pengguna akun.

3) Bagian Saluran

Bagian saluran merupakan tempat mengalirnya air, pupuk, larutan asam dan basa melalui pipa, terdapat empat buah solenoid. Solenoid berfungsi untuk membuka dan menutup katup air yang dialirkan pada pipa yang ada di wadah larutan. Fungsi masing-masing komponen dijelaskan di bawah ini.



Gambar 11. Bagian Saluran

Pada Gambar 11 diatas merupakan tempat saluran yang mengalirkan air, pupuk cair, larutan asam dan larutan basa. Dimana terdapat 4 solenoid yang katupnya akan terbuka dan tertutup dengan vertikal, setelah katup air terbuka maka air akan ditampung oleh pipa yang horizontal ketika waktu yang dijadwalkan.

4.1.1.4 Bagian Lahan

Bagian lahan merupakan tempat menanam melon dengan panjang ber diameter 38x18x15 cm. Pada pot terdapat 1 buah bibit melon, satu buah sensor pH tanah yang diletakkan di dekat *emitter*. Berikut fungsi dari masing-masing komponen.

- Sensor pH tanah berfungsi untuk membaca pH yang terkandung didalam tanah.
- *Plant Drip Emitter* berfungsi untuk meneteskan larutan yang dialirkan dari wadah ke tanaman melon.



Gambar 12. Bagian Lahan

Pada Gambar 12 merupakan bagian lahan, dimana bagian lahan ini terdapat beberapa komponen yaitu sensor pH tanah, *plant drip emitter* dan tanaman melon yang merupakan objek yang akan dijadikan pengujian untuk penelitian ini dengan pot petak panjang ukuran 67x24x24 yang digunakan sebagai wadah tanam tanaman melon dari 1 hst sampai 7 hst. *Plant drip emitter* digunakan untuk meneteskan air, pupuk cair, larutan asam dan larutan basa dengan jadwal waktu yang telah dijadwalkan. Dan sensor pH yang digunakan untuk mengontrol pH tanah agar tanaman dapat menyerap makanan dengan baik yang berguna untuk pertumbuhan tanaman melon.

Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak pada sistem pemberian air dan pupuk pada tanaman melon menggunakan irigasi tetes ini menggunakan Arduino IDE. Pemrograman pada Arduino IDE ini digunakan untuk membuat program yang dimasukkan ke Arduino Mega 2560 dan penghubungan antara ESP32 dengan jaringan Wifi, serta mengirim data *output* sensor ke Telegram, dan menentukan indikator waktu, yaitu membaca waktu, tanggal sekarang dan dapat menghitung umur tanaman.

Pengujian dan Analisis

Pengujian dan Analisis Perangkat Keras

1) Pengujian *Real Time Clock* (RTC)

Pengujian RTC dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat modul RTC DS3231 tersebut membaca data tanggal dan waktu. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan pembacaan waktu yang dilakukan oleh modul RTC DS3231 dengan waktu nyata. Acuan waktu aktual yang digunakan pada penelitian ini adalah waktu di laptop. Berikut adalah perbandingan waktu yang dibaca dari RTC DS3231 dengan waktu di laptop.



Gambar 13. Perbandingan waktu DS3231 RTC dengan waktu di laptop

Seperti terlihat pada Gambar 13 diatas, diketahui bahwa DS3231 RTC dapat membaca data hari, tanggal, bulan, tahun dan waktu (hh:mm:dd) saat ini, berdasarkan waktu sebenarnya.

Tabel 1. Pengujian Waktu Menggunakan RTC dan PC

Percobaan Hari Ke -	Pengukuran pada RTC		Pengukuran pada PC		Selisih Pengukuran %
	Tanggal	Waktu	Tanggal	Waktu	
1	14-02-2023	09:05:35	01-02-2023	09:05:35	0
2	15-02-2023	09:39:25	02-02-2023	09:39:25	0
3	16-02-2023	10:57:14	03-02-2023	10:57:14	0
4	17-02-2023	12:45:36	04-02-2023	12:45:36	0
5	18-02-2023	14:10:15	05-02-2023	14:10:15	0
6	19-02-2023	14:30:00	06-02-2023	14:30:00	0
7	20-02-2023	14:51:22	07-02-2023	14:51:22	0
Total persentase error (%)					0
Rata - rata persentase error (%)					0

Berdasarkan tabel 1 terlihat rata-rata persentase kesalahan pembacaan waktu dan tanggal yang dilakukan oleh DS3231 RTC

adalah 0% di mana dapat disimpulkan bahwa nilai akurasi modul DS3231 RTC adalah 100%.

2) Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor pH. Sensor pH mengukur tingkat keasaman tanah pada rentang 0 sampai 14. Pengujian sensor pH dilakukan dengan cara membandingkan nilai ADC yang keluar pada sensor pH dengan nilai derajat keasaman pada pH meter analog. Berikut adalah tabel pengujian sensor pH tanah.

Tabel 2 Pengujian Sensor pH

Data ke -	Nilai Sensor pH tanah	Nilai pH Meter	Error	Persentase Error %
1	4.50	4,30	0,20	4,65
2	4,75	4,60	0,15	3,26
3	4,80	4,50	0,30	6,66
4	5,20	5,00	0,20	4
5	5,36	5,25	0,11	2,09
6	5,48	5,39	0,09	1,66
7	5,55	5,30	0,25	4,71
8	5.60	5,20	0,40	7,69
9	5.75	5,40	0,35	6,48
10	5.92	5,60	0,32	5,71
11	6.66	6,20	0,46	7,41
12	6.80	6,50	0,30	4,61
13	6.87	6,70	0,17	2,53
14	7.00	6,90	0,10	1,44
15	8,29	8,00	0,29	3,62
Jumlah			3,69	66,52
Rata - Rata Selisih Pengukuran			0,24	
Rata - Rata Error			4,43	

Berdasarkan tabel 4.2 diketahui bahwa nilai pengukuran pH antara sensor pH dengan pH meter masih terdapat kesalahan atau

perbedaan nilai. Jadi bisa dilakukan perhitungan nilai rata-rata tingkat kesalahan sensor dengan perhitungan sebagai berikut

$$\text{Persentase error sensor} = \frac{|5,75- 5,40|}{5,40} \times 100\% = 6,48\% \dots\dots(4.1)$$

$$\text{Total persentase error} = \frac{\sum \text{persentase Error}}{\text{Banyak data}} = \frac{66,52}{15} = 4,43\dots(4.2)$$

Berdasarkan Tabel 2 rata-rata selisih error pengukuran sebesar 0,24 dan rata-rata error sebesar 4,43, sehingga tingkat akurasi sensor pH sebesar 95,57%.

3) Pengujian Sensor Water Level

Pengujian sensor water level dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor water level. Sensor water level mengukur ketinggian air, pupuk, serta larutan asam dan basa dalam wadah dengan kondisi larutan habis jika ketinggiannya dalam wadah ≤ 1 cm, larutan hampir habis jika ketinggiannya dalam wadah pada rentang 1 - 1,8 cm, dan larutan ada (wadah berisi) jika ketinggiannya dalam wadah pada pada rentang 1,8 - 2,6 cm. Untuk mendapatkan ketinggian larutan yang dideteksi sensor water level, dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan memilih nilai sensor yang konstan setiap kalibrasi. Berikut adalah tabel pengujian sensor water level.

Tabel 4.3 Pengujian Sensor Water Level

No	Nilai Kalibrasi / ADC Water Level	Persentase	Tinggi (cm)	Kondisi		
				Berisi	Hampir Habis	Habis
1	Air 359 ≥ 430	1	0,6 cm	-	-	√
		2	1,3 cm	-	√	-

		3	2,3 cm	√	-	-
2	Pupuk Cair 330 ≥ 370	1	0,4 cm	-	-	√
		2	1 cm	-	√	-
		3	1,9 cm	√	-	-
3	Larutan Asam 375 ≥ 460	1	0,8 cm	-	-	√
		2	1,5 cm	-	√	-
		3	2,5 cm	√	-	-
4	Larutan Basa 330 ≥ 381	1	0,3 cm	-	-	√
		2	1 cm	-	√	-
		3	2,1 cm	√	-	-

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui nilai ADC untuk tinggi setiap wadah berbeda-beda baik untuk wadah air, larutan pupuk, asam, atau basa, yang disebabkan karena setiap sensor water level <https://doi.org/10.25077/chipset.4.02.107-118.2023>

memiliki nilai kalibrasi yang berbeda, sehingga nilai tinggi yang didapatkan juga berbeda setiap wadahnya. Didapatkan nilai kalibrasi untuk air yaitu nilai ADC $359 \geq 430$, kalibrasi pupuk cair dengan nilai ADC $330 \geq 370$, kalibrasi larutan asam dengan nilai ADC $375 \geq 460$ dan yang terakhir nilai ADC larutan basa $330 \geq 381$, dengan ditetapkan ketinggian kondisi wadah habis $0 \geq 1$ cm, wadah hampir habis dari rentang $1 \geq 1,8$ cm sedangkan wadah berisi dengan rentang $1,8 \geq 2,6$ cm.

4) Pengujian dan Analisa Solenoid Valve

Pengujian solenoid valve dilakukan untuk mengetahui sensor tersebut berapa volume yang dikeluarkan ketika katup solenoid terbuka selama beberapa detik dan juga menentukan kondisi solenoid tersebut *normally close* (NC) atau *normally open* (NO) ketika ada arus. Di mana ketika *normally open* ketika adanya arus listrik maka katup solenoid akan terbuka sedangkan *normally close* ketika adanya arus listrik maka katup solenoid dalam keadaan tertutup pada saat diaktifkan. Untuk solenoid air dan larutan basa bersifat NC sedangkan pupuk dan larutan asam bersifat NO. Berikut adalah tabel pengujian *solenoid valve* dengan *relay*.

Tabel 4 Pengujian *Solenoid Valve* dengan *Relay*

Percobaan	Solenoide	Delay (detik)	Jumlah (ml)			Kondisi Solenoid
1.	Air	1	80	80	80	<i>Normally Close</i>
		2	150	150	150	
		3	280	280	280	
2.	Pupuk	1	60	60	60	<i>Normally Open</i>
		2	130	130	130	

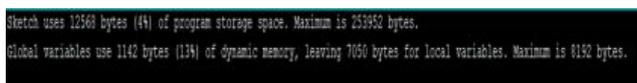
		3	240	240	240	
3.	Asam	1	60	60	60	Normally Open
		2	130	130	130	
		3	240	240	240	
4.	Basa	1	80	80	80	Normally Close
		2	150	150	150	
		3	280	280	280	

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat bagaimana perbandingan solenoid setiap delay yang diberikan dari 1– 3 detik, dimana solenoid ini memiliki dua kondisi dimana untuk wadah air dan wadah basa dengan kondisi *normally close* dimana ketika adanya arus listrik maka katup solenoid dalam keadaan tertutup pada saat diaktifkan, sedangkan untuk wadah pupuk dan wadah larutan asam *normally open* dimana ketika adanya arus listrik maka katup solenoid dalam keadaan terbuka pada saat diaktifkan. Untuk jumlah volume larutan yang diberikan ketika setiap detiknya berbeda yaitu dari 80 ml sampai 280 ml sesuai dengan kondisi solenoid masing-masing.

Pengujian dan Analisis Perangkat Lunak

1) Pengujian Dan Analisa Program.ino

Pengujian dan analisa program.ino diujikan untuk mengetahui ukuran memori yang digunakan pada program serta waktu eksekusi yang dibutuhkan untuk menjalankan program.



Gambar 14 Jumlah Memori yang digunakan Program

Pada Gambar 14 merupakan proses kompilasi program dari aplikasi Arduino IDE di mana hasil kompilasi program ini menggunakan 12568 bytes atau 4% dari ruang penyimpanan

program dengan maksimal ruang penyimpanan 253952 bytes. Ruang penyimpanan berfungsi sebagai lokasi penyimpanan sketsa Arduino.

Memori dinamis dalam program menggunakan 1142 bytes atau 13% dari penyimpanan maksimum yang dapat digunakan yaitu 8192 bytes. Fungsi memori dinamis untuk mempercepat pemrosesan data dan manipulasi variabel selama eksekusi program. Berdasarkan penggunaan memori pada Arduino IDE dapat disimpulkan bahwa program dapat berjalan dengan baik karena memori belum mencapai batas maksimal memori yang digunakan.

Pengujian dan Analisis Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian dan analisis sistem secara keseluruhan dilakukan untuk memastikan bahwa sistem pemberian air, pemupukan tanaman melon menggunakan irigasi tetes dapat dilaksanakan sesuai dengan tujuan dan perancangan sistem.

1) Pengujian Pengontrolan pH

Pengujian pH dilakukan untuk menguji kondisi solenoida berdasarkan nilai pH tanah yang diukur oleh sensor pH. Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai pH tanah, sehingga ketika nilai pH tanah terdeteksi asam atau kurang dari 6 maka solenoid yang bersifat basa akan terbuka, dan jika nilai pH tanah lebih dari 7 maka solenoida asam akan terbuka.

Tabel 5 Pengujian Pengontrolan pH

	Nilai pH Tanah	Kondisi Solenoid Terutup	Kondisi Solenoid Terbuka	Volume Larutan (ml)
	4,5	–	√	60 ml
	4,7	–	√	55 ml
	5,4	–	√	45 ml
	5,8	–	√	40 ml
	6,4	–	–	0 ml
	6,6	–	–	0 ml

	6,8	-	-	0 ml
	7,0	-	-	0 ml

Berdasarkan Tabel 5 nilai pH untuk setiap percobaan berbeda, sehingga volume larutan yang diberikan juga berbeda. Di mana pada saat pH tanah bersifat asam yaitu 4,5 –5,8 maka solenoid larutan basa akan terbuka dengan pemberian volume larutan dari 60 ml – 45 ml dan ketika pH normal yaitu 6-7 maka solenoid tertutup.

2) Pengujian Pemberian Pupuk

Pengujian pemberian pupuk dengan irigasi tetes dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pemberian pupuk bekerja sesuai dengan jadwal yang ditetapkan pada RTC dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk meneteskan 500ml pupuk cair ke tanaman. Pada sistem ini, pemupukan bekerja pada saat tanaman berumur 7 hst pukul 05:00 maka solenoid akan terbuka.

Tabel 6 Pengujian Pemberian Pupuk

Hari ke -	Tanggal	Jam	Delay buka	Delay tutup	Kondisi Solenoid	Volume Pupuk (ml)
1.	4/02/2023	04.00	0	0	Tertutup	-
		05.00	5 detik	36 menit 54 detik	Terbuka	500 ml
2.	15/02/2023	04.00	0	0	Tertutup	-
		05.00	5 detik	36 menit 54 detik	Terbuka	500 ml
3.	16/02/2023	04.00	0	0	Tertutup	-
		05.00	5 detik	36 menit 54 detik	Terbuka	500 ml

4.	17/02/2023	04.00	0	0	Tertutup	-
		05.00	5 detik	36 menit 54 detik	Terbuka	500 ml
5.	18/02/2023	04.00	0	0	Tertutup	-
		05.00	5 detik	36 menit 54 detik	Terbuka	500 ml
6.	19/02/2023	04.00	0	0	Tertutup	-
		05.00	5 detik	36 menit 54 detik	Terbuka	500 ml
7.	20/02/2023	04.00	0	0	Tertutup	-
		05.00	5 detik	36 menit 54 detik	Terbuka	500 ml

Berdasarkan tabel 6 terlihat bahwa saat tanaman berumur 7 hst, kondisi solenoid akan terbuka pada pukul 05.00. Solenoid akan dibuka selama 5 detik dengan mengalirkan pupuk cair ke dalam tabung sebanyak dua kali dengan total volume air 500 ml dan diteteskan melalui emitor ke tanaman melon dalam pot berukuran 50 tanaman segi panjang besar dibutuhkan waktu untuk meneteskan pupuk cair ke tanaman selama 36 menit 54 detik untuk 500 ml pupuk cair.

3) Pengujian Pemberian Air

Pengujian sistem pemberian air dengan irigasi tetes dilakukan untuk mengetahui apakah sistem ini bekerja sesuai dengan jadwal yang ditetapkan dalam RTC dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk meneteskan 600 ml air ke tanaman. Pada sistem ini penjadwalan pemberian air pada saat tanaman berumur 1 hst maka pukul 18.00 solenoid akan terbuka.

Tabel 7 Pengujian Pemberian Air

Hari ke -	Tanggal	Jam	Delay Buka	Delay Tutup	Kondisi Solenoid	Volume Air (ml)
1	14/02/2023	06.00	0	0	Tertutup	-
		07.00	4 detik	51 menit 1 detik	Terbuka	600 ml
2	15/02/2023	06.00	0	0	Tertutup	-
		07.00	4 detik	51 menit 1 detik	Terbuka	600 ml
3	16/02/2023	06.00	0	0	Tertutup	-
		07.00	4 detik	51 menit 1 detik	Terbuka	600 ml
4	17/02/2023	06.00	0	0	Tertutup	-
		07.00	4 detik	51 menit 1 detik	Terbuka	600 ml
5	18/02/2023	06.00	0	0	Tertutup	-
		07.00	4 detik	51 menit 1 detik	Terbuka	600 ml
6	19/02/2023	06.00	0	0	Tertutup	-
		07.00	4 detik	51 menit 1 detik	Terbuka	600 ml
7	20/02/2023	06.00	0	0	Tertutup	-
		07.00	4 detik	51 menit 1 detik	Terbuka	600 ml

Tabel 8 Nilai pH Tanah Sebelum dan Setelah Diberikan Perlakuan

Hari ke-	TG	Jam	Kondisi Pemberian (ml)				Nilai pH		Kondisi Solenoid			
			Air	Pupuk	Asam	Basa	Sebelum	Sesudah	Air	Pupuk	Asam	Basa
1	14/2/2023	17.00	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
		18.00	600	0	0	0	6,6	6,5	√	-	-	-
		19.00	0	0	0	0	6,5	6,5	-	-	-	-
2	15/2/2023	17.00	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
		18.00	600	0	0	0	6,4	6,3	√	-	-	-
		19.00	0	0	0	0	6,2	6,2	-	-	-	-
3	16/	17.00	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-

Berdasarkan tabel 7 terlihat bahwa pada saat tanaman berumur 7 hst, kondisi solenoid tertutup pukul 17.00 sedangkan pada pukul 18.00 solenoid terbuka. Solenoid akan terbuka selama 4 detik dengan mengalirkan air ke pipa sebanyak tiga kali dan solenoid terbuka dengan total volume air 600 ml dan diteteskan melalui emitter ke tanaman melon dalam pot ukuran 50 tanaman segi panjang besar dibutuhkan waktu untuk meneteskan pupuk cair ke tanaman selama 51 menit 1 detik untuk 600 ml air.

2/2023	18.00	600	0	0	0	6,8	6,5	√	-	-	-
	19.00	0	0	0	0	6,5	6,5			-	-
4	17.00					-	-	-	-	-	-
	18.00	600	0	0	0	6,2	6,4	√	-	-	-
	19.00	0	0	0	0	6,5	6,5	-	-	-	-
5	17.00					-	-	-	-	-	-
	18.00	600	0	0	0	6,9	6,7	√	-	-	-
	19.00	0	0	0	0	6,9	6,7	-	-	-	-
6	17.00					-	-	-	-	-	-
	18.00	600	0	0	0	6,2	6,5	√	-	-	-
	19.00	0	0	0	0	6,4	6,4	-	-	-	-
7	04.00					6,5	6,5	-	-	-	-
	05.00	500	0	0	80	6,4	5,3	√	-	-	-
	06.00	0	0	0	0	5,3	6,4	-	-	-	√
	17.00					-	-	-	-	-	-
	18.00	600	0	0	0	6,2	6,3	√	-	-	√
	19.00	0	0	0	0	6,4	6,4	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui keadaan pH tanah sebelum dan setelah diberikan perlakuan. Dalam kondisi pH tanah yang netral pH tidak akan terpengaruh jika tanah diberikan air, karena <https://doi.org/10.25077/chipset.4.02.107-118.2023>

air tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan pH tanah, terutama pada tanah yang memiliki pH netral. Namun, ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perubahan pH tanah, seperti jenis air yang digunakan (misalnya air asam), kelembaban tanah, dan interaksi dengan pupuk atau bahan kimia lain yang ditambahkan ke dalam tanah.

Sedangkan setelah diberikan pupuk NPK menyebabkan pH tanah menurun, karena pemberian pupuk NPK dapat menurunkan pH netral tanah apabila digunakan dalam jumlah banyak atau berlebihan. Pupuk NPK mengandung unsur nitrogen, fosfor dan kalium yang dapat bereaksi dengan air membentuk asam nitrat, asam fosfat dan asam kalium yang dapat menurunkan pH tanah.

4) Pengujian Pertumbuhan Tanaman

Pengujian pertumbuhan tanaman melon dilakukan untuk mengetahui bagaimana sistem dapat bekerja dengan baik atau tidak, dengan melihat pertumbuhan daun, tinggi batang melon dengan sistem yang tidak dikontrol/dikontrol pada penelitian ini. Pengujian dilakukan selama 7 hari. Di mana tanaman yang dikontrol untuk pemberian air diberikan 1 hst pukul 18.00 sedangkan pemupukan diberikan ketika 7 hst pukul 05.00 serta juga dilakukan pengendalian pH untuk menetralkan pH tanah tanaman melon dengan metode irigasi tetes. Sedangkan yang tidak dikontrol untuk waktu pemberian air pupuk juga sama akan tetapi tidak dilakukan pengontrolan pH dan metodenya masih menggunakan kaleng atau kotak yang biasa digunakan para petani yang tidak diperhitungkan jarak pemberiannya dari akar tanaman serta berapa banyak yang dibutuhkan tanaman per batang dosisnya.

Tabel 9 Pengujian Pertumbuhan Tanaman

Hari ke	Tinggi Pertumbuhan Tanaman (cm)		Jumlah Volume Air
	Sistem	Manual	
1	7 cm	6,5 cm	200 ml
2	8 cm	7 cm	
3	9,3 cm	8,2 cm	400 m
4	10,6 cm	9,4 cm	

5	13,2 cm	11 cm	600 ml
6	14,7 cm	13,5 cm	
7	16 cm	14,8 cm	
Rata-Rata	11,114 cm	10,085 cm	

Berdasarkan Tabel 9 di atas dapat dilihat perbedaan antara tinggi pertumbuhan tanaman melon selama 7 hari dengan dilakukan pemberian air dari 200 ml, 400ml dan 600 ml. Dimana ketika diberikan air sebanyak 200 ml tinggi tanaman yang ketika baru dipindahkan ke pot pada pagi harinya dengan tinggi 6 cm, setelah diberikan air dengan metode irigasi tetes menjadi 7 cm sedangkan dengan cara manual hanya 6,5 cm yang memiliki perbandingan antara 0,5 cm perbedaan tingginya. Begitu juga dengan pemberian air 400 ml dengan perbandingan tingginya yaitu 1,1 cm dan untuk pemberian air yang 600 ml memiliki perbandingan yang sangat berbeda dari 200ml, 400ml yaitu dengan perbedaan 2,2 cm. Sistem irigasi tetes memiliki efek yang lebih baik pada pertumbuhan tanaman melon daripada sistem pengairan biasa. Selain itu, kualitas tanah juga terbukti lebih baik dalam sistem irigasi tetes. Penggunaan sistem irigasi tetes dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah dan menjaga kelembaban tanah lebih stabil, sehingga mendorong pertumbuhan tanaman yang optimal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, pengamatan dan pengujian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem dapat melakukan pengukuran nilai derajat keasaman (pH) tanah menggunakan sensor pH tanah dengan tingkat akurasi 95,09%.
2. Sistem dapat melakukan pemberian air, pupuk, dan pengontrolan pH secara otomatis.
3. Sistem dapat mengirimkan notifikasi ke telegram pengguna dengan mengirimkan perintah /start maka akan diterima notifikasi berupa nilai pH, serta kondisi air, pupuk, serta larutan asam dan basa jika dalam keadaan hampir habis, atau habis.

Saran

Pada penelitian selanjutnya terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan pengembangan, di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan sensor yang lebih stabil dalam mengukur nilai derajat keasaman tanah.
2. Pada penelitian selanjutnya disarankan dengan menambahkan metode yang digunakan untuk mengisi larutan secara otomatis.

REFERENSI

[1] Zahara, N. (2022). Kajian Patogen Penyebab Penyakit Pada Tanaman Melon (Cucumis melo L.) di Bengkulu. *Konservasi Hayati*, 18(1), 22-25.

[2] Nurlela, N., & Anshar, M. (2021). Pengaruh Lama Waktu Pemberian Air Irigasi Dan Dosis Pupuk Kno3 Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Melon (Cucumis melo L.). *Agrotek BIS: E-Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(5), 1183-1192.

[3] Song, A. N., & Banyo, Y. (2011). Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal ilmiah sains*, 11(2), 166-173.

[4] Raymas, R. (2019). Sistem Otomatisasi Pemeliharaan Tanaman Berbasis *Internet Of Things (IoT)*, Diploma Thesis, Universitas Andalas.

[5] Rizka, S. (2016). Sistem Penyiraman Kebun Otomatis Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor *Water Flow*. Diploma Thesis, Universitas Andalas.

[6] Chairunnisa dan R. E. Putri,, 2022. "Rancang Bangun Alat Pembuat Minuman Kawa Daun Otomatis Berbasis Mikrokontroler". *Journal on Computer Hardware, Signal Processing, Embedded System and Networking (CHIPSET)*, 3(2), 120-130.

[7] Putra, R. D. dan R. E. Putri, 2020. "Prototype Gelang Tangan Pendeteksi Jarak *Physical Distancing Man To Man*". *Journal on Computer Hardware, Signal Processing, Embedded System and Networking (CHIPSET)*, 2(2), 56-60.

[8] Aishwarya, R. dan A. Fauzi. 2020. "Sistem Kendali Jarak Jauh dan Monitoring Penggunaan Listrik pada Pompa Air melalui *Smartphone*". *Journal of Information Technology and Computer Engineering (JITCE)*, 4(1), 32-39.

[9] Chandra, M. Y. E. & J. E. 2019. Implementasi Internet of Things pada Sistem Kendali Lampu Rumah Menggunakan *Telegram Messenger Bot* dan Nodemcu Esp8266, *Global Journal of Computer Science and Technology: A*, 19(1) Version 1.0, pp. 15-25.

[10] Anisa, W., H. N. I. S. M. Kontrol Relay Melalui Wifi Esp8266 Dengan Aplikasi Blynk Berbasis Os Android. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

[11] Herwindo, W., dan Rahmandani, D. (2018). Kajian rancangan irigasi pipa sistem gravitasi. *Jurnal Irigasi*, 8(2), 126-137.

[12] Dorf, Richard C. 1983. *Sistem Pengaturan*. Jakarta : Penerbit Erlangga.