

Sistem Pemupukan Otomatis Berdasarkan Unsur Hara Tanah Tanaman Tomat Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Cyntia Widiasari¹⁾, Tia Febri Ananda²⁾

^{1,2}Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru, Indonesia

E-mail: *¹⁾cyntia@pcr.ac.id

Abstract: Along with the development of technology, the application of technology in agriculture is very important. Due to the increasing need for plant monitoring and care. Fertilizer watering is usually done manually, this method is less effective because the selection of fertilizers is not in accordance with soil conditions and farmers often forget the fertilization schedule that should be done on time. Based on previous studies, the fertilization system designed only works based on scheduling indicators without paying attention to indicators of the soil condition itself. This will result in an unfavorable impact on tomato plants due to errors in giving the type of fertilizer. Therefore, an automatic plant fertilization system is needed that is equipped with a monitoring system via the internet and pays attention to indicators of the condition of soil nutrients, so that the quality of plants can increase and make the work of farmers easier. This tool consists of a PH sensor that supports Android as a PH indicator, a RTC as an instruction for scheduling time, a 12V DC pump for the fertilizer water process, a relay as a connector and performance breaker for the pump, and an ESP8266 MCU Node as a microcontroller programmed to. Run the tool and regulate the fertilizer application process. From this system, it is hoped that it will make it easier for farmers to schedule fertilization and at the same time know the PH value of the soil to determine the type of fertilizer needed.

Keywords: Internet of Things, Node MCU ESP8266, PH sensor, RTC

Abstrak: Seiring dengan perkembangan teknologi, penerapan teknologi di bidang pertanian sangat perlu diperhatikan. Penyiraman Pupuk biasa masih dilakukan secara manual, cara tersebut kurang efektif karena memungkinkan terjadinya pemilihan pupuk yang tidak sesuai dengan kondisi tanah dan seringkali petani lupa akan jadwal pemupukan yang seharusnya akan lebih baik dilakukan tepat waktu. Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu sistem pemupukan yang dirancang hanya bekerja berdasarkan indikator penjadwalan tanpa memperhatikan indikator dari kondisi tanah itu sendiri. Hal ini akan mengakibatkan dampak yang tidak baik pada tanaman tomat dikarenakan kesalahan dalam pemberian jenis pupuk. Maka dari itu dibutuhkan sistem pemupukan tanaman otomatis yang dilengkapi sistem monitoring *via* internet dan memperhatikan indikator kondisi dari unsur hara tanah, sehingga kualitas tanaman dapat meningkat dan lebih meringankan pekerjaan petani. Alat ini terdiri dari Sensor PH *supp2877* sebagai indikator PH, RTC sebagai instruksi waktu penjadwalan, Pompa DC 12V untuk proses perairan pupuk dan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang diprogram untuk menjalankan alat dan mengatur proses pemberian pupuk, Alat ini bertujuan untuk dapat memudahkan petani dalam melakukan pemupukan sesuai dengan jadwal yang ditentukan dan jenis pupuk yang sesuai dengan kondisi tanaman itu sendiri.

Kata kunci: *Internet of Things*, NodeMCU ESP8266, Sensor PH, RTC

1. Pendahuluan

Tomat merupakan salah satu komoditi hasil pertanian yang cukup strategis, karena hampir semua masyarakat Indonesia mengkonsumsinya. Secara umum, dalam perawatan tanaman tomat oleh para petani masih dilakukan dengan cara konvensional sehingga mengharuskan petani untuk turun langsung ke lahan (2). Dalam hal lain petani menggunakan teknik pemberian pupuk manual untuk mengontrol kondisi tanah tanaman tomat dengan melakukan pemupukan pada interval waktu tertentu atau saat telah terlihatnya gejala penyakit tanaman. Proses ini terkadang malah merugikan petani dimana seringkali terjadi kesalahan penggunaan pupuk atau terkadang penyiraman pupuk terlambat dilakukan. Kondisi tanaman yang kekurangan pupuk akan memperlambat pertumbuhan tanaman bahkan kualitas dari hasil buah, bisa saja bobot buah menjadi lebih ringan

dan rasa yang dihasilkan tidak sesuai. Terkadang petani juga masih lepas kendali khususnya terhadap pemberian pupuk tanaman, tak sedikit petani yang memberikan pupuk ketika gejala fisik kegagalan tanaman telah terlihat, hal ini tentunya memberikan dampak kerugian bagi para petani karna tanaman tomat sendiri memiliki jadwal pemberian pupuk yang telah disesuaikan dengan sifat tanaman ini, sehingga apabila petani salah dalam penjadwalan pemberian pupuk akan mengakibatkan hasil dari perkembangbiakkan tanaman tomat terganggu.

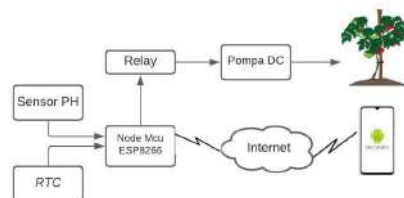
Berdasarkan penelitian terdahulu (3) menyatakan bahwa PH tanah berperan penting dalam menentukan mudah atau tidaknya unsur-unsur hara diserap oleh tanaman. Unsur hara pada umumnya dapat diserap dengan baik oleh tanaman pada PH netral. PH tanah yang rendah akan menyebabkan tanaman tidak dapat memanfaatkan NPK dan zat hara lain yang dibutuhkan. Lalu, dalam jurnal (Alexander Sinaga, Aswardi, 2020) menyatakan bahwa pada dasarnya penyiraman pupuk cair pada tanaman akan dilakukan selama satu kali dalam satu minggu begitu seterusnya bergantung pada kondisi tanamannya. Selain itu, dalam tahap perawatan tanaman tomat, pemberian pupuk NPK terhadap tanaman tomat dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat yaitu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah buah per tanaman. Namun tentu saja penggunaan pupuk anorganik seperti ini harus sesuai dengan kebutuhan dan tidak boleh berlebihan, sehingga petani perlu memahami dan mengetahui takaran yang diberikan kepada tanaman tomat (4).

Berdasarkan penelitian terdahulu, maka dirancang Sistem Pemupukan Otomatis Berdasarkan Unsur Hara Pada Tanah Tanaman Tomat berbasis IoT (*Internet of Things*), dimana sistem ini telah terintegrasi dengan sebuah mikrokontroler sehingga pemupukan dapat berlangsung secara otomatis dan sesuai dengan jadwal dan indikator yang telah di programkan. Indikator untuk mengetahui pupuk apa yang dibutuhkan tanah sebelum penanaman yaitu dengan mengukur PH tanahnya menggunakan sensor PH tanah Supp2787, lalu indikator pemberian pupuk dalam tahap perawatan berdasarkan jadwal dari RTC. Setelah pembacaan sensor berhasil data akan dikirim dan disimpan di *database* dan ditampilkan ke Aplikasi *Blynk*. Pembacaan yang ditampilkan pada sistem ini berupa nilai PH dari tanah apakah bersifat Asam ataupun Basa. Dari hasil pembacaan yang ada maka selanjutnya dapat dilakukan pemilihan pupuk yang akan disiramkan berdasarkan kondisi PH tanahnya. Lalu, akan terdapat instruksi berupa penjadwalan pemupukan pupuk NPK. Pada perancangan sistem pemupukan otomatis ini diharapkan mampu memberikan kemudahan pada petani untuk memberikan pupuk secara otomatis berdasarkan penjadwalan akurat pemberian pupuk pada tanaman tomat dan mengetahui dengan pasti kondisi kesuburan tanah untuk mengoptimalkan pilihan pemberian pupuk sesuai dengan kandungan unsur hara pada tanahnya. Dalam tahap pengujian sistem tentunya akan dapat diketahui pula delay dari pemberian pupuk berdasarkan jadwal yang telah diprogramkan, tingkat akurasi dari pembacaan sensor PH serta bagaimana kinerja pemupukan dapat dilakukan secara otomatis. Perlu diketahui pula bahwa Pupuk yang akan dipergunakan pada sistem ini adalah adalah pupuk cair dengan kandungan kapur dolomit untuk PH tanah Asam dan dengan kandungan belerang/sulfur untuk PH tanah Basa, lalu pupuk NPK untuk perawatan pertumbuhan yang telah ditampung pada suatu tempat penampungan pupuk dan akan dialirkan melalui alat pompa.

2. Metode

2.1 Perancangan Hardware

Gambar 1 merupakan blok diagram sistem yang akan dibuat. Pada blok diagram pada gambar 1 dapat dilihat bahwa system yang dirancang terdiri dari Sensor PH, *Real Time Clock* (RTC), NodeMCU ESP8266, Pompa Air, *Relay*, *Blynk*, dan Jaringan Internet.

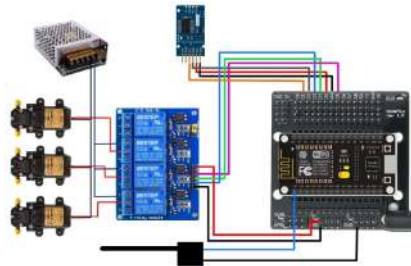


Gambar 1. Blok diagram sistem

Sensor PH merupakan komponen *input* system yang berfungsi untuk mengukur PH tanah. Sensor ini memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference. *Real Time Clock* digunakan untuk memberikan instruksi atau peringatan penjadwalan pemberian pupuk penetral

PH sebelum pemupukan dan pemberian pupuk NPK guna perawatan tanaman tomat. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Selain itu NodeMCU ESP8266 akan membaca data sensor PH dan RTC. Pompa Air digunakan sbagai pemompa air yang keluar melalui selang yang terhubung ke pompa air untuk penyiraman. *Relay* berfungsi sebagai penghubung dan pemutus kerja pompa air. *Smartphone* digunakan untuk menampilkan aplikasi *blynk*.

Gambar 2 merupakan rangkaian skematik NodeMCU ESP8266 beserta pin-pinnya. NodeMCU terhubung pada *Relay Time Clock (RTC)*, Sensor PH Tanah dan *Relay*.



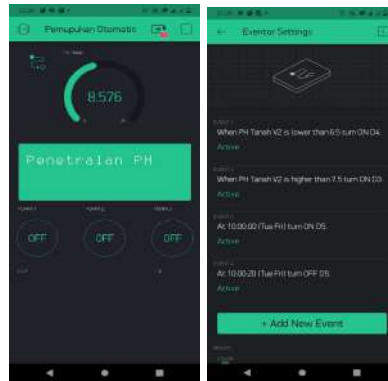
Gambar 2. Rangkaian skematik *Hardware*

2.2 Perancangan Software



Gambar 3. Perancangan sistem *Software*

Perancangan software dimulai dengan membuat aplikasi *blynk* pada smartphone. Diawali dengan klik “*create new project*” pada kanan atas *Interface* aplikasi *blynk*, masukkan nama projek dan pilih device yang digunakan NodeMCU. Selanjutnya token akan dikirim ke email, token merupakan sebuah kode yang akan digunakan untuk menghubungkan aplikasi *blynk* dengan modul wifi ESP8266 pada NodeMCU dan token tersebut akan ditambahkan pada program di Arduino IDE Bersama dengan SSID dan Password dari jaringan yang digunakan.

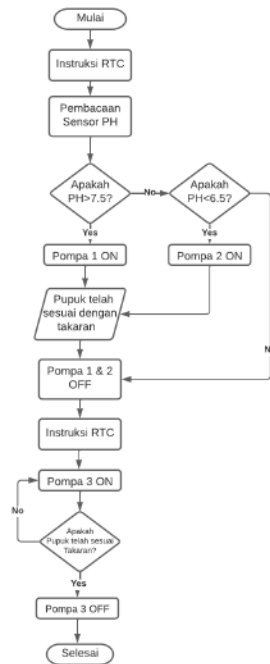


Gambar 4. Interface dari Node MCU

Keterangan gambar 4, diantaranya:

- a. LCD (V1) untuk menampilkan instruksi penjadwalan berdasarkan waktu yang diprogram.
- b. LED sebagai indikator kondisi dari keseluruhan sistem termasuk pompa apakah telah berjalan sesuai atau tidak. Pada sistem ini digunakan 3 LED (V6, V7, V8).
- c. Button Pompa 1 (D1) merupakan tombol interrupt *android* saat sistem tidak berjalan sesuai jadwal dan data untuk dapat melaksanakan pemberian Pupuk dengan kandungan Kapur secara otomatis, karna dari itu sebelum mengalirkan Pupuk sensor PH tanah akan memeriksa kondisi PH tanah, selanjutnya secara otomatis Pompa Air akan mengalirkan pupuk dari tempat penyimpanan pupuk ke tanaman.
- d. Button Pompa 2 (D2) merupakan tombol interrupt *android* saat sistem tidak berjalan sesuai jadwal dan data untuk dapat melaksanakan pemberian Pupuk dengan kandungan Belerang secara otomatis, karna dari itu sebelum mengalirkan Pupuk sensor PH tanah akan memeriksa kondisi PH tanah, selanjutnya secara otomatis Pompa DC akan mengalirkan pupuk dari tempat penyimpanan pupuk ke tanaman.
- e. Button Pompa 3 (D3) merupakan tombol interrupt *android* saat sistem tidak berjalan sesuai jadwal dan data untuk dapat melaksanakan pemberian Pupuk dengan kandungan NPK secara otomatis berdasarkan instruksi dari RTC.
- f. Gauge PH Tanah (V2) untuk mengetahui kondisi PH tanah yang diukur oleh sensor PH Tanah.
- g. Eventor Settings akan digunakan untuk mengatur penjadwalan apabila nantinya terjadi perubahan *set* tanggal penetralan PH ataupun Pemupukan NPK. *Widget* ini membantu untuk dapat mengatur ulang penjadwalan tanpa harus meng-*upload* ulang program ke NodeMCU.

Flowchart perancangan secara keseluruhan system dapat dilihat pada Gambar 5.

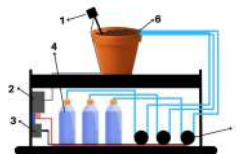


Gambar 5. Flowchart perancangan

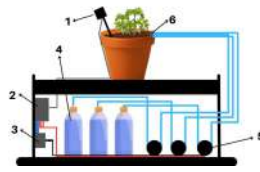
Gambar 5 merupakan *Flowchart* perancangan sistem, dimana sistem akan mulai bekerja mendapatkan instruksi cek kondisi PH sebelum penanaman tanaman tomat. Sistem akan melakukan pengukuran PH pada tanah menggunakan sensor PH Tanah supp2787. Data PH dari sensor PH tanah akan dikirim melalui NodeMCU yang nantinya akan dapat diakses petani pada aplikasi *Blynk* yang sudah terpasang pada *android* Petani. Dari data hasil pengecekan kondisi PH tanah tersebut maka akan menjadi parameter untuk menentukan pupuk manakah yang akan digunakan, apabila PH Tanah lebih dari 7,5, maka pompa 1 yang berisi pupuk dengan kandungan belerang yang akan hidup, dan jika kondisi PH tanah kurang dari 6,5 maka pompa 2 yang berisi pupuk dengan kandungan kapur yang akan hidup. Saat dosis pupuk yang keluar telah sesuai dengan yang diprogramkan maka pompa akan otomatis *OFF*. Lalu, nantinya dilanjutkan dengan adanya instruksi penjadwalan pemupukan pada tahap perawatan dari RTC setelah penanaman dimana apabila tiba pada waktu yang diprogramkan maka RTC akan memberikan instruksi bahwa telah waktunya pemberian pupuk NPK pada tanah yang telah ditanami tanaman tomat, setelah menerima instruksi tersebut maka secara otomatis dilakukan penyiraman pupuk NPK sehingga pompa 3 akan dalam kondisi *ON* dan akan kembali pada kondisi *OFF* saat dosis pupuk yang keluar telah sesuai dengan yang diprogramkan.

2.3 Perancangan Mekanik

Gambaran rancangan mekanik dari system ini dapat dilihat pada gambar 6, dimana terdiri dari Sensor PH (1), *Box Control* berisi NodeMCU, RTC, dan *Relay* (2), *Power Supply* 12V (3), Cairan Pupuk (4), Pompa DC (5) dan *Misting Sprayer* (6).



Gambar 6. Sebelum penanaman tanaman tomat



Gambar 7. Perawatan setelah penanaman tomat

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Hasil Perancangan

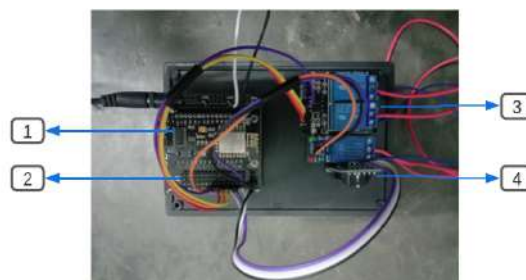
Gambar 8 merupakan *prototype* sistem pemupukan otomatis berdasarkan unsur hara tanaman tomat saat kondisi pemupukan untuk penetralan tanah dimana pada kondisi tersebut belum dilakukan penanaman benih tomat, lalu pada gambar 9, merupakan *prototype* sistem pemupukan otomatis berdasarkan unsur hara tanaman tomat saat kondisi pemupukan untuk perawatan dimana pada kondisi tersebut telah terdapat tanaman tomat. Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat posisi peletakan dari setiap komponen sensor maupun pompa.



Gambar 8. Tampilan alat kondisi 1

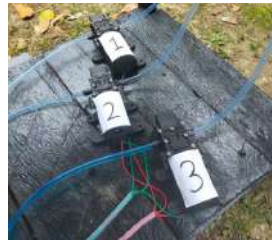


Gambar 9. Tampilan alat kondisi 2



Gambar 10. Tampilan *box* komponen

Tampilan posisi peletakan masing-masing komponen pada *box* dapat dilihat pada gambar 10, dimana no 1 adalah NodeMCU, no 2 *Motor Shield*, no 3. *Relay* dan no 4 adalah *Real Time Clock* (RTC).



Gambar 11. Tampilan pompa DC

Pada Gambar 11 dapat dilihat posisi pompa DC dimana fungsinya untuk mengalirkan aliran pupuk dari wadah penyimpanan pupuk ke pot tanaman tomat. Pompa DC akan terbuka pada waktu yang diinginkan sesuai dengan waktu dan nilai PH tanah yang telah dibuat pada coding arduino. Pompa DC akan aktif selama 20 detik, lalu menutup dengan sendirinya. Dosis pupuk yang keluar selama waktu yang ditentukan (20 detik), adalah sekitar 200 ml. Hal tersebut sesuai dengan dosis pupuk yang diharapkan untuk pemupukan tanaman tomat yang sedang dalam proses penetralan PH ataupun perawatan.



Gambar 12. Tampilan sensor PH tanah

Gambar 12 merupakan hasil pengujian sensor PH Tanah. Sensor PH Tanah akan mendeteksi PH dari tanah tanaman tomat, kemudian informasi nilai PH tanah tersebut akan ditampilkan di aplikasi *blynk pada smartphone*. Dari nilai PH tersebut akan dihasilkan salah satu dari 2 kondisi yaitu kondisi tanah asam ($PH > 7.5$) atau kondisi tanah basa ($PH < 6.5$). Saat tiba penjadwalan pada kondisi 1 yaitu penetralan PH tanah dimana tanah belum ditanami tanaman tomat, maka secara otomatis sensor PH akan membaca nilai PH tanah yang ada. Data dari sensor PH tanah ini nantinya akan menghidupkan pompa 1 atau 2 secara otomatis berdasarkan nilai PH yang terukur, dengan ketentuan:

- a. Ketika nilai $PH > 7.5$, maka Pompa 1 yang berisi pupuk cair kompos (Penetral tanah yang terlalu basa) yang akan hidup.
- b. Ketika nilai $PH < 6.5$, maka Pompa 2 yang berisi pupuk cair Dolomit (Penetral tanah yang terlalu asam) yang akan hidup.

Pompa akan hidup selama 20 detik, hal ini telah sesuai dengan perhitungan debit cairan yang keluar selama kurun waktu tersebut adalah 200 ml. Setelah tahap penetralan tanah pada kondisi 1 terlewati, dilanjutkan dengan kembali menunggu instruksi penjadwalan RTC untuk kondisi 2. Saat tiba penjadwalan kondisi 2 yaitu tahap perawatan dimana tanah telah ditanami tanaman tomat, maka secara otomatis pompa 3 yang berisi pupuk cair NPK akan hidup, Pompa 3 ini juga akan hidup selama 20 detik, hal ini telah sesuai dengan perhitungan debit cairan yang keluar selama kurun waktu tersebut adalah 200 ml. Proses pemupukan pada tahap perawatan ini akan hidup secara otomatis berdasarkan penjadwalan RTC.

3.2 Pengujian Sistem

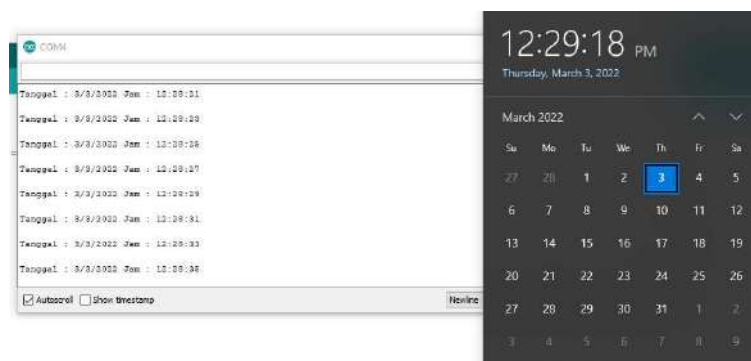
3.2.1 Pengujian untuk melihat *Delay* dari instruksi yang diberikan oleh RTC.

Pada pengujian delay RTC, maka diambil 5 *sample* percobaan yang mana delay RTC ini dilihat setiap kali dilakukannya proses penguploadan program dari Arduino.



Gambar 13. Grafik *Delay* instruksi dari RTC

Pada pengujian *Delay* dari instruksi yang diberikan RTC, dilakukan pengujian dengan melihat hasil pembacaan RTC pada *serial print* Arduino (gambar 14) dan membandingkannya dengan waktu secara real time. Dapat dilihat dari gambar 13, yang merupakan grafik *delay* RTC. Dari data yang didapatkan, maka dapat kita ketahui rata-rata dari *delay* instruksi yang diberikan RTC sekitar 26 detik. *Delay* yang terdapat pada RTC ini biasanya dapat disebabkan oleh kinerja dari mikrokontroler yang terdapat gangguan ataupun kondisi dari baterai RTC yang mulai melemah.



Gambar 14. Proses Pengambilan data *Delay* RTC

3.2.2 Pengujian terhadap keakurasian Sensor PH Tanah

Untuk pengujian keakurasian sensor PH tanah dilakukan pada kondisi 1 yaitu tahap penetralan PH tanah dimana belum dilakukan penanaman tanaman tomat. Untuk pengujian ini digunakan 5 *sample* tanah yang berbeda-beda (gambar 15).

Tabel 1. Tingkat Akurasi Sensor PH Tanah

<i>Sample</i> Tanah	Nilai PH (Sensor PH Tanah)	Nilai PH (Alat Pengukur PH)	Keakurasian
1	6,833	7	97,62%
2	5,522	5,5	99,60%
3	6,967	7	99,53%
4	6,125	6	97,92%
5	4,723	5	94,46%

Dari data pada tabel 1 dapat dilihat nilai PH yang dihasilkan oleh sensor PH tanah yang dibandingkan dengan pengukuran alat pengukur PH tanah dengan menggunakan 5 *sample* tanah berbeda. Berdasarkan data diatas didapatkan nilai yang dihasilkan oleh sensor PH tanah dimana nilai yang terukur telah mendekati hasil yang didapatkan oleh alat pengukur PH Tanah. Dari data pada tabel 1, dapat diketahui persentase tingkat akurasi dari nilai PH yang terukur tersebut menggunakan persamaan:

$$\% Error = \left| \frac{X_n - Y_n}{X_n} \right| \times 100\%$$

$$\% Error = \left| \frac{7 - 6.833}{7} \right| \times 100\%$$

$$\% Error = 2.38 \%$$

Keterangan:

X_n = Nilai Sensor PH Tanah

Y_n = Nilai Alat Pengukur PH

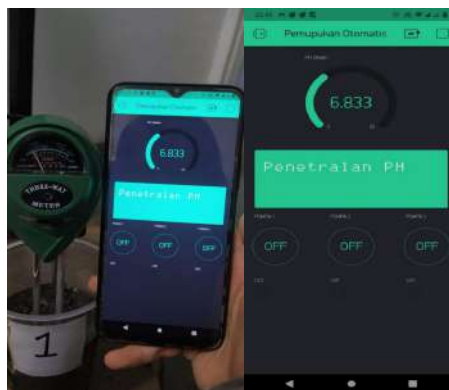
Sehingga dari persamaan tersebut didapatkan keakurasian sebesar:

$$\% Akurasi = 100\% - \%Error$$

$$\% Akurasi = 100\% - 2.38\%$$

$$\% Akurasi = 97,62 \%$$

Dari persamaan diatas didapatkan rata-rata persentase akurasi dari perbandingan sensor PH tanah dan alat pengukur PH tanah berdasarkan 5 data *sample* yang ada adalah 97,82%.



Gambar 15. Pengujian tingkat akurasi sensor PH tanah

3.2.3 Pengujian untuk melihat *Delay* pompa DC berdasarkan nilai dari sensor PH tanah

Pada pengujian delay pompa DC, maka diambil 5 *sample* pengujian yang mana delay pompa DC ini dilihat setiap kali dilakukannya pengujian penetralan tanah sehingga pengujian ini juga dilakukan pada kondisi 1 yaitu pada tahap penetralan tanah dimana tanah belum ditanami tanaman tomat.



Gambar 16. Grafik pengujian *delay* pompa DC berdasarkan sensor PH tanah

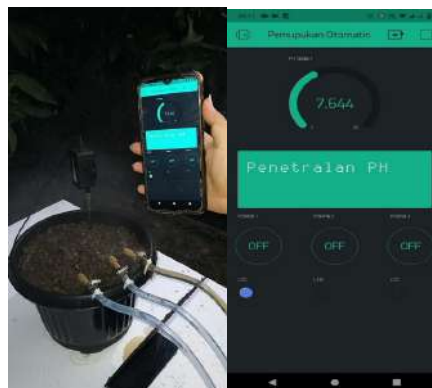
Hasil pengujian *Delay* pompa DC terhadap nilai dari sensor PH tanah dapat dilihat pada grafik gambar 16. Dari data yang didapatkan tersebut maka dapat kita ketahui rata-rata dari *delay* nilai PH tanah sekitar 2 detik. *Delay* yang dihasilkan ini dapat diakibatkan dari kondisi aliran tegangan yang terkadang kurang stabil ataupun pengiriman data instruksi ke mikrokontroler yang terhambat sehingga menimbulkan adanya *delay* ketika pompa akan menyala.

3.2.4 Data hasil pengujian untuk melihat kondisi pompa DC berdasarkan nilai PH tanah

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketepatan dari kondisi pompa DC berdasarkan nilai PH tanah yang diukur oleh sensor PH tanah. Untuk pengujian ini dilakukan pada kondisi 1 yaitu tahap penetralan tanah serta menggunakan 4 *sample* tanah untuk dapat melihat *output* pembacaan sensor dan *output* yang dikeluarkan oleh Pompa DC (tabel 2).

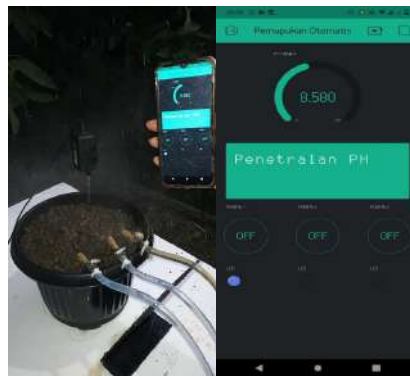
Tabel 2. Kinerja Pompa DC berdasarkan nilai PH Tanah

Sample Tanah	Nilai PH Tanah	Kondisi Pompa		
		1	2	3
1	7.644	ON	OFF	OFF
2	8.580	ON	OFF	OFF
3	6.022	OFF	ON	OFF
4	4.709	OFF	ON	OFF



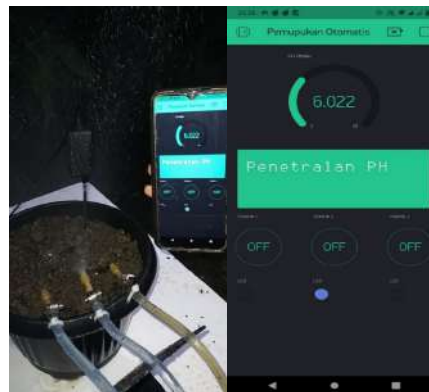
Gambar 17. Sample penetralan PH tanah 1

Pada gambar 17 ini dapat kita ketahui data pengujian menggunakan *sample* tanah 1, didapatkan nilai PH yang terukur sebesar 7.644 yang mana diindikasikan nilai PH ini terlalu basa, dari data nilai PH tersebut secara otomatis telah menghidupkan pompa 1 yang berisi cairan pupuk kompos/organik yang berfungsi untuk menetralkan tanah yang terlalu basa.



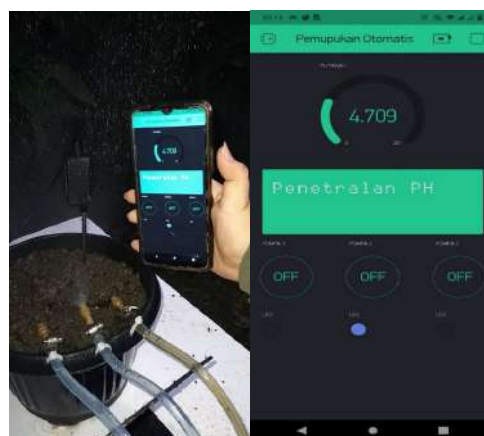
Gambar 18. *Sample* penetralan PH tanah 2

Pada Gambar 18 ini dapat kita ketahui data pengujian menggunakan *sample* tanah 2, didapatkan nilai PH yang terukur sebesar 8.580 yang mana diindikasikan nilai PH ini terlalu basa, dari data nilai PH tersebut secara otomatis telah menghidupkan pompa 1 yang berisi cairan pupuk kompos/organik yang berfungsi untuk menetralkan tanah yang terlalu basa.



Gambar 19. *Sample* penetralan PH tanah 3

Pada Gambar 19 ini dapat kita ketahui data pengujian menggunakan *sample* tanah 3, didapatkan nilai PH yang terukur sebesar 6.022 yang mana diindikasikan nilai PH ini terlalu basa, dari nilai PH tersebut secara otomatis menghidupkan pompa 2 yang berisi cairan pupuk dolomit yang berfungsi menetralkan tanah yang terlalu asam.



Gambar 20. *Sample* penetralan PH tanah 4

Pada Gambar 20 ini dapat kita ketahui data pengujian menggunakan *sample* tanah 4, didapatkan nilai PH yang terukur sebesar 4.709 yang mana diindikasikan nilai PH ini terlalu basa, dari data nilai PH tersebut secara otomatis telah menghidupkan pompa 2 yang berisi cairan pupuk dolomit yang berfungsi untuk menetralkan tanah yang terlalu asam.

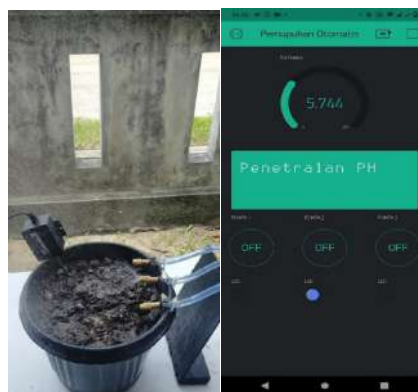
3.2.5 Data Hasil Pengujian Sistem pemupukan otomatis berdasarkan unsur hara tanah pada tanaman tomat

Pada pengujian ini, penulis menetapkan proses pemupukan dengan jadwal pemberian pupuk pada tahap penetralan nilai PH tanah yaitu tanggal 9 Februari 2022, pukul 08.00 WIB dan pada tahap perawatan dimulai pada tanggal 15 Februari 2022 pukul 10.00 WIB begitu seterusnya. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Penjadwalan, Sensor PH dan Kinerja Pompa DC secara Keseluruhan

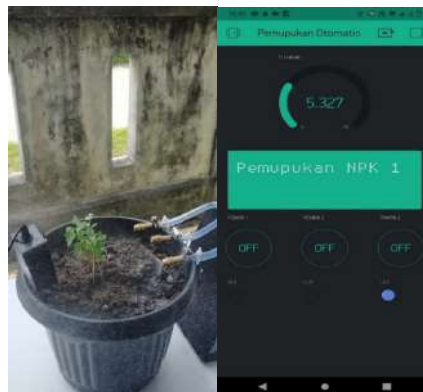
Jadwal	Proses			Kondisi Pompa		
				1	2	3
Rabu, 9 Februari 2022 08.00 WIB	Penetralan PH	PH = 5.744	Asam	OFF	ON	OFF
Selasa, 15 Februari 2022 10.00 WIB		Pemupukan NPK 1		OFF	OFF	ON
Jumatat, 18 Februari 2022 10.00 WIB		Pemupukan NPK 2		OFF	OFF	ON
Senin, 21 Februari 2022 10.00 WIB		Pemupukan NPK 3		OFF	OFF	ON

Berdasarkan pengujian tersebut, Pompa DC yang berhasil ON telah sesuai dengan jadwal yang di tentukan dan nilai PH yang terukur dalam kurun waktu 20 detik. Saat dilakukan pengukuran debit cairan, pupuk yang dikeluarkan setiap 20 detik adalah 200 ml. Hal tersebut sesuai dengan yang diharapkan.



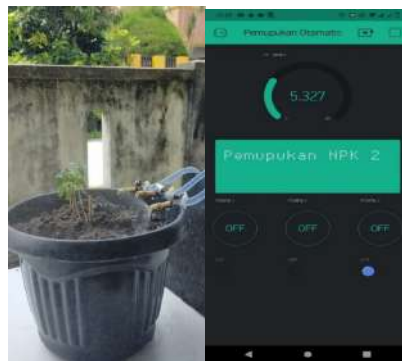
Gambar 21. Tahap penetralan PH

Pada gambar 21 dapat kita ketahui data pengujian pada 9 Februari 2022 merupakan kondisi 1 dimana dilakukan penetralan PH dengan nilai PH tanah yang terukur sebesar 5.744 yang mana diindikasikan nilai PH ini terlalu asam, dari data nilai PH tersebut secara otomatis telah menghidupkan pompa 2 yang berisi cairan pupuk dolomit yang berfungsi untuk menetralkan tanah yang terlalu asam.



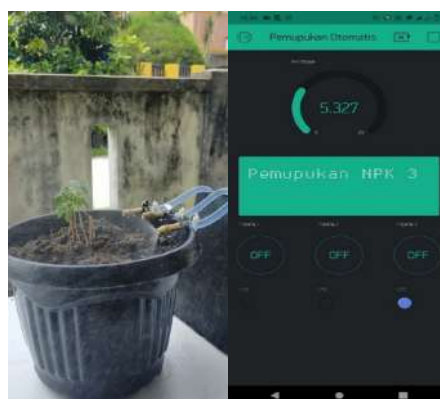
Gambar 22. Tahap pemupukan NPK 1

Pada gambar 22 dapat kita ketahui data pengujian pada 15 Februari 2022 merupakan kondisi 2 dimana dilakukan tahap perawatan berdasarkan penjadwalan dari RTC yaitu Pemupukan NPK 1, berdasarkan instruksi dari RTC tersebut secara otomatis menghidupkan pompa 3 yang berisi cairan pupuk NPK.



Gambar 23. Tahap pemupukan NPK 2

Pada gambar 23 dapat kita ketahui data pengujian pada 18 Februari 2022 merupakan kondisi 2 dimana dilakukan tahap perawatan berdasarkan penjadwalan dari RTC yaitu Pemupukan NPK 2, berdasarkan instruksi dari RTC tersebut secara otomatis menghidupkan pompa 3 yang berisi cairan pupuk NPK.



Gambar 24. Tahap pemupukan NPK 3

Pada Gambar 24 dapat kita ketahui data pengujian pada 21 Februari 2022 merupakan kondisi 2 dimana dilakukan tahap perawatan berdasarkan penjadwalan dari RTC yaitu Pemupukan NPK 3, berdasarkan instruksi dari RTC tersebut secara otomatis menghidupkan pompa 3 yang berisi cairan pupuk NPK.

3.2.6 Pengujian untuk melihat *Delay* dari penggunaan tombol *Interrupt*

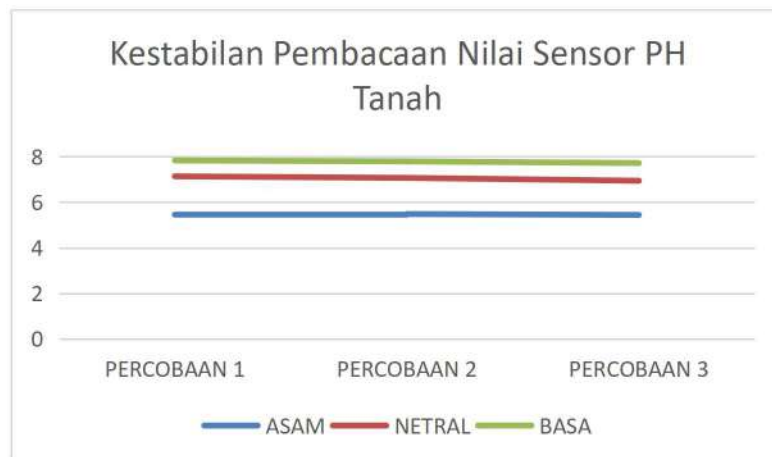


Gambar 25. Grafik pengujian penggunaan tombol *Interrupt*

Pada pengujian *Delay* saat penggunaan tombol *Interrupt*, dapat dilihat dari gambar 25, tombol *Interrupt* ini digunakan petani apabila melihat kekeliruan dari sistem yang tidak bekerja sehingga pompa dapat dibuka atau tutup secara manual melalui button pada aplikasi *Blynk*. Diketahui mulai dari pengujian 1 hingga 5 terdapat perbedaan hasil *Delay* namun masih tidak terlalu jauh bahkan ada yang sampai 0 detik. Dari data data yang didapatkan tersebut maka dapat kita ketahui rata-rata dari *Delay* saat penggunaan tombol *interrupt* sekitar 1 detik. *Delay* yang dihasilkan ini dapat diakibatkan dari kondisi aliran tegangan yang terkadang kurang stabil ataupun pengiriman data instruksi ke mikrokontroler yang terhambat sehingga menimbulkan adanya *delay* ketika pompa akan menyala.

3.2.7 Pengujian untuk melihat kestabilan nilai PH yang dibaca oleh sensor PH tanah

Untuk pengujian kestabilan dari nilai PH tanah yang dibaca sensor PH tanah dilakukan pada kondisi 1 yaitu tahap penetralan PH tanah dimana belum dilakukan penanaman tanaman tomat. Untuk pengujian ini digunakan 3 *sample* tanah yaitu tanah dengan PH asam, tanah dengan PH netral, dan tanah dengan PH basa. Masing-masing tanah akan dilakukan pengukuran sebanyak 3 kali di beberapa waktu namun dengan perbedaan waktu yang tidak terlalu jauh (gambar 27 dan 28).



Gambar 26. Grafik kestabilan pembacaan nilai sensor PH tanah

Tabel 4. Pengujian Kestabilan Pengukuran Sensor PH Tanah

Sample Tanah	Nilai sensor PH tanah yang terukur			Nilai Alat pengukur PH
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	
Tanah Asam	5.455	5.482	5.442	5.5
Tanah Netral	7.138	7.069	6.943	7
Tanah Basa	7.834	7.795	7.719	8

Pada pengujian kestabilan pengukuran sensor PH tanah, dapat dilihat dari gambar 26 yang merupakan grafik nilai PH yang terukur berdasarkan data yang diperoleh pada tabel 4, bahwa untuk *sample* tanah asam mulai dari pengujian 1 hingga 3 terdapat nilai pengukuran PH tanah yang cenderung stabil dengan rata-rata nilai PH nya sebesar 5,45. Selanjutnya untuk *sample* tanah netral mulai dari pengujian 1 hingga 3 terdapat nilai pengukuran PH tanah yang cenderung stabil dengan rata-rata nilai PH nya sebesar 7,05 dan yang terakhir untuk *sample* tanah basa mulai dari pengujian 1 hingga 3 terdapat nilai pengukuran PH tanah yang cenderung stabil dengan rata-rata nilai PH nya sebesar 7,78. Dari data yang didapatkan, maka dapat kita ketahui bahwa hasil pengukuran PH tanah dengan menggunakan sensor PH tanah ini cukup stabil. Kestabilan nilai yang terukur ini dipengaruhi oleh waktu pengukuran yang tidak terlalu jauh karena untuk perubahan nilai PH tanah setelah dilakukan pemupukan itu tidak bisa berubah langsung secara drastis dibutuhkan waktu untuk masa penetralannya. Sehingga apabila pengukuran dilakukan dalam jangka waktu yang berdekatan maka tidak akan terlalu terlihat perubahan nilai PH nya.



Gambar 27. Proses pengambilan data kestabilan pengukuran dengan sensor PH tanah



Gambar 28. Proses pengambilan data menggunakan alat pengukur PH

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembuatan alat serta pengujian yang dilakukan terhadap alat pemupukan otomatis ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem pemupukan otomatis berdasarkan unsur hara tanah tanaman tomat ini telah dapat bekerja sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan pada RTC dan nilai PH tanah yang terukur sehingga memecahkan masalah petani dalam hal ketepatan penjadwalan pemupukan dan jenis pupuk yang digunakan.

2. Sensor PH Tanah berhasil mengukur nilai PH pada tanah dengan akurasi yang mencapai 99% sehingga sistem ini dapat membantu petani dalam menentukan jenis pupuk yang sesuai dan mendapatkan kondisi tanah mendekati netral.
3. Berdasarkan penjadwalan dan nilai PH yang terukur masing-masing pompa DC, tingkat akurasi kinerja mencapai 100%.
4. Sistem pemupukan telah dapat bekerja secara otomatis meskipun masih terdapat delay baik pada instruksi RTC, kinerja pompa dan masuknya data pada android. Delay ini disebabkan adanya ketidakstabilan jaringan dan tegangan yang digunakan ataupun kondisi baterai RTC yang sudah melemah.
5. Dari data yang didapat maka pompa 1 berhasil hidup saat nilai sensor PH tanah menunjukkan nilai PH 7.644 – 8.580, untuk pompa 2 berhasil hidup saat nilai sensor PH tanah menunjukkan nilai PH 4.709 – 6.022. Lalu, selanjutnya pompa 3 berhasil hidup apabila tiba instruksi penjadwalan pemupukan NPK setelah proses penanaman tanaman tomat.

Rujukan

- [1] Based, A. (2019). Karakteristik Sifat Kimia Tanah Dan Status Kesuburan Tanah Pada Agroforestri Tanaman Sayuran Berbasis Eucalyptus Sp. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 10(2), 63–69.
- [2] Idafitra, F. L., & Herlina, N. (2019). Pengaruh Pemberiaan Biourin Sapi dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Produksi Tanaman*, 7(4), 728–737.
- [3] Khairunisa, C., Triyanto, D., & Nirmala, I. (2018). Implementasi Sistem Pengendalian Pemupukan dan Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560 Dengan Antarmuka Website. *Jurnal Coding, Rekayasa Sistem Komputer*, 06(03), 87–96.
- [4] Pertanian, F., & Samarinda, U. A. (2015). PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) VARIETAS PERMATA Tanaman Tomat (*Lycopersicum* kandang (pupuk kompos), adalah sangat akan menambah jenis pupuk makro dilakukan penelitian : ” Pengaruh Jenis Pupuk Organik dan Dosis Pupu. XIV(February 2013), 87–94.
- [5] Yanda Zahira, J. (2018). Alat Penyiram dan Pemberi Pupuk Otomatis pada Home Gardening. *Jurnal Elektro Dan Mesin Terapan*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.35143/elementer.v4i1.101>.
- [6] Yudhana, A., & Siddiq Pratama, U. (2017). Otomatisasi Sistem Penyiraman dan Pemupukan Tanaman Berbasis Mikrokontroler ATmega8535. *Seminar Nasional Serba Informatika 2017*, 1(1), 96–101.