

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil uji coba dari sistem yang telah dirancang pada bab sebelumnya. Pengujian dimulai dengan memastikan setiap komponen pada perangkat keras serta perangkat lunak dapat bekerja sesuai dengan rancangan sebelumnya, pengujian dilakukan meliputi rangkaian pengujian kelembaban tanah, pengujian pH tanah, dan pengujian mobile apps.

4.1 Hasil

Untuk memastikan rangkaian dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, maka dilakukan terlebih dahulu pengujian dan pengamatan langsung dari setiap jalur dan komponen dari rangkaian yang telah dibuat. Hasil pengujian ini akan menunjukkan apakah rangkaian dapat bekerja dengan baik atau tidak, sehingga kesalahan dan kekurangan dapat terdeteksi. Berikut bentuk fisik dari alat Implementasi Sistem Kontrol Kelembaban Tanah, pH Tanah serta Penyiraman Otomatis Tanaman Cabai Merah Keriting menggunakan NodeMCU ESP32 dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4. 1 Bentuk fisik Keseluruhan Alat

4.2 Pembahasan

Pembahasan pada penelitian ini berfokus pada proses implementasi dan kinerja sistem pemantauan kelembaban dan pH tanah untuk tanaman cabai, serta efektivitas sistem penyiraman otomatis yang dikendalikan oleh ESP32. Analisis dilakukan terhadap bagaimana sensor kelembaban tanah dan sensor pH tanah berinteraksi dengan lingkungan tanah, serta bagaimana data yang dihasilkan mempengaruhi keputusan penyiraman yang dilakukan oleh sistem. Selain itu, dibahas pula keandalan ESP32 sebagai pengendali utama dalam menjaga kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman cabai, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kinerja sensor, sistem penyiraman, dan respon sistem terhadap variasi kondisi lingkungan.

4.2.1 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Pengujian sensor kelembaban tanah dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor dalam mendeteksi tingkat kelembaban tanah secara akurat dan respons sensor terhadap perubahan kelembaban tanah secara *real-time*, proses pengujian sensor kelembaban tanah dapat dilihat pada gambar 4.2





Gambar 4. 2 Pengujian Sensor Soil Moisture

Berdasarkan gambar 4.2 dijelaskan bahwa pengujian sebagai dasar untuk sistem penyiraman otomatis. Dengan demikian, sensor kelembaban tanah dapat diandalkan untuk mengendalikan proses penyiraman dan menjaga kondisi tanah tetap optimal untuk pertumbuhan tanaman cabai merah keriting. Adapun langkah-langkah dilakukan untuk menguji sensor kelembaban tanah sebagai berikut :

- a) Siapkan NodeMCU ESP32, sensor kelembaban, pompa air, dan relay. Hubungkan semua komponen sesuai skema, pastikan sensor terhubung ke pin analog dan pompa air ke relay yang dikendalikan oleh pin digital.
- b) Upload program ke NodeMCU menggunakan Arduino IDE. Program ini harus dapat membaca nilai kelembaban dari sensor dan mengendalikan pompa air berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan (pompa mati jika kelembaban 65%) sesuai dengan kondisi tanah
- c) Tempatkan sensor pada tanah kering, di mana pompa akan menyala jika kelembaban di bawah 65%, kemudian pada tanah lembab, pompa akan mati saat kelembaban mencapai 65%, dan pada tanah basah, pompa juga akan mati jika kelembaban melebihi 65%.
- d) Catat hasil pembacaan kelembaban yang ditampilkan pada aplikasi Blynk,

dan pastikan pembacaan sesuai dengan kondisi tanah

- e) Evaluasi hasil pengujian, cek apakah sensor berfungsi sesuai dengan yang diinginkan untuk menjaga kelembaban pada tanaman cabai.

Proses pengujian *soil moisture* dilakukan pada siang hari guna memastikan bahwa sensor *soil moisture* ini dapat digunakan dengan baik, proses pengujian sensor dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

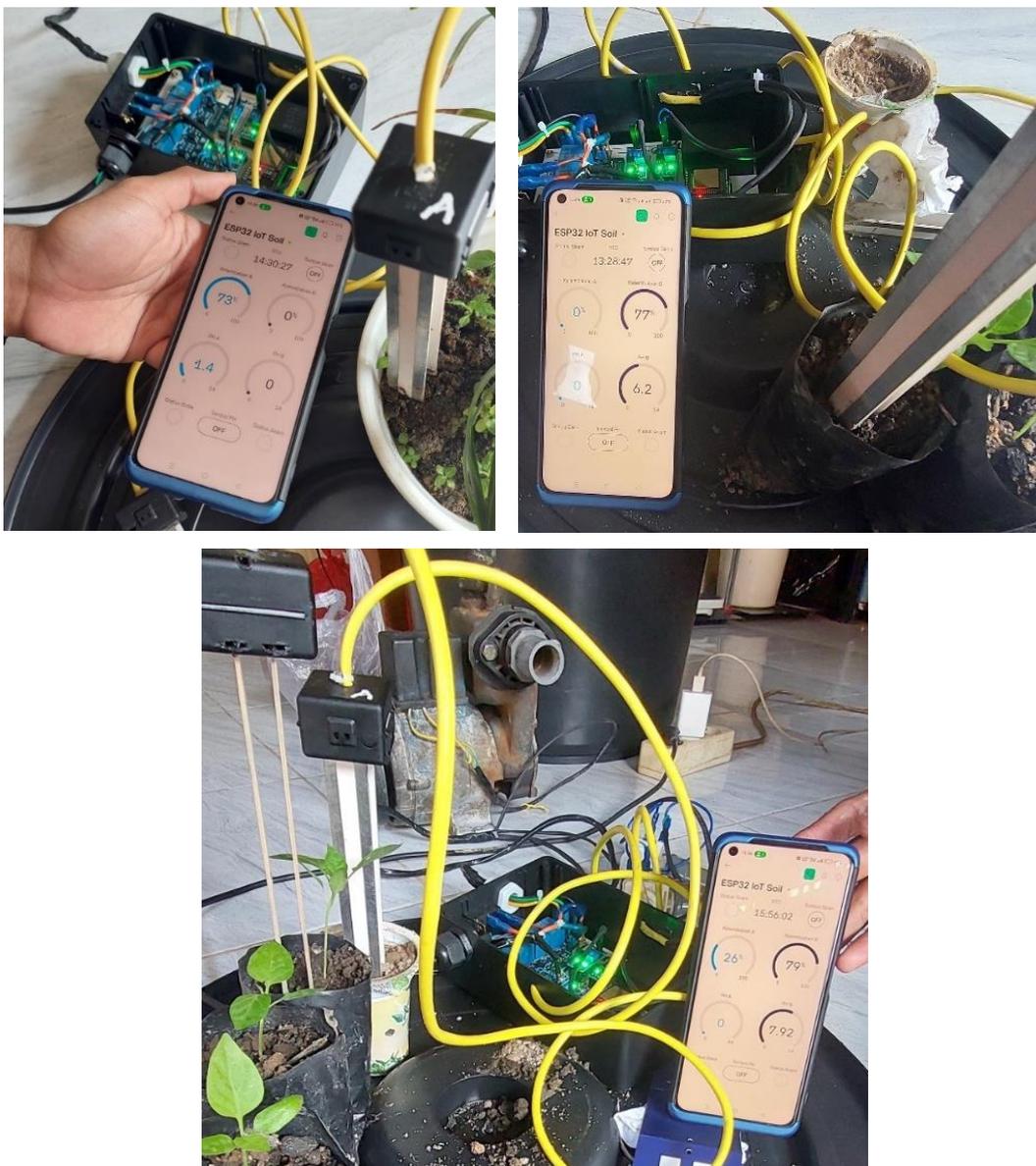
Pengujian ke	Sampel Kondisi Tanah	Hasil Pengujian Sensor <i>soil moisture</i>	Keterangan	Kondisi Relay	Kondisi Pompa Air
1	Kering	26%	Kadar air yang terkandung sebanyak 26%	<i>On</i>	Hidup
2	Normal	65%	Kadar air yang terkandung sebanyak 65%	<i>Off</i>	Mati
3	Basah	85%	Kadar air sebanyak 85%	<i>Off</i>	Mati

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.1 hasil pengujian sensor *soil moisture* dilakukan sebanyak 3 kali yaitu :

- a) Pengujian pertama pada sensor *soil moisture* diujikan ke tanah kondisi kering maka diperoleh nilai kelembaban 26% dengan kondisi relay *On* dan pompa hidup.
- b) Pada pengujian ke 2 sensor *soil moisture* diujikan ke tanah kondisi Normal maka diperoleh nilai kelembaban 65% dengan kondisi relay *Off* dan pompa mati.
- c) Selanjutnya, pengujian ke 3 sensor *soil moisture* diujikan ke tanah kondisi basah maka diperoleh nilai kelembaban 85% dengan kondisi relay *Off* dan pompa mati

4.2.2 Pengujian Sensor pH Tanah

Pengujian sensor pH tanah dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor dalam mendeteksi pH tanah secara akurat dan respons sensor terhadap perubahan pada tanah secara *real-time*, proses pengujian sensor pH tanah dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4. 3 Pengujian Sensor pH Tanah

Berdasarkan pada gambar 4.3 dijelaskan bahwa pengujian sensor pH tanah dapat dijelaskan bahwa sensor dapat memberikan pembacaan yang akurat, yang akan

digunakan sebagai dasar untuk sistem penyiraman otomatis. Dengan demikian, sensor pH tanah dapat diandalkan untuk memantau dan mengendalikan proses penyiraman agar pH tanah tetap optimal bagi pertumbuhan tanaman cabai merah keriting.

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan untuk menguji sensor pH tanah:

- a) Siapkan NodeMCU ESP32, sensor pH tanah, selenoid valve, dan relai. Hubungkan semua komponen sesuai skema, pastikan sensor terhubung ke pin analog dan selenoid valve ke relai yang dikendalikan oleh pin digital.
- b) Upload program ke NodeMCU menggunakan Arduino IDE. Program ini harus dapat membaca nilai pH tanah dari sensor dan mengendalikan berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan (katup selenoid tertutup jika pH tanah 6,6) sesuai dengan kondisi tanah
- c) Tempatkan sensor pada tanah asam, di mana selenoid akan terbuka apabila pH tanah di bawah 6,6 untuk memberikan larutan zat basa untuk menaikkan kadar ph tanah. Kemudian pada kondisi tanah Netral katup selenoid tertutup apabila pH tanah mencapai 6,6 dan Pada kondisi tanah basa katup selenoid terbuka jika pH tanah melebihi 6,6 untuk memberikan larutan zat asam untuk menurunkan kadar pH tanah.
- d) Catat hasil pembacaan kelembaban yang ditampilkan pada aplikasi Blynk, dan pastikan pembacaan sesuai dengan kondisi tanah
- e) Evaluasi hasil pengujian, cek apakah sensor berfungsi sesuai dengan yang diinginkan untuk menjaga kelembaban pada tanaman cabai.

Proses pengujian sensor pH tanah dilakukan pada siang hari guna memastikan bahwa sensor pH tanah ini dapat digunakan dengan baik, proses pengujian sensor dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4. 2 Pengujian Sensor pH tanah

Pengujian ke	Sampel kondisi tanah	Hasil Pengujian Sensor pH Tanah	Keterangan	Relay	Kondisi Selenoid Valve
1	Asam	1,4	Kadar pH tanah sebanyak 1,4	<i>On</i>	Terbuka
2	Netral	6,2	Kadar pH tanah sebanyak 6,2	<i>On</i>	Terbuka
3	Basa	7,92	Kadar pH tanah sebanyak 7,92	<i>On</i>	Terbuka

Berdasarkan pengujian pada tabel 4.2, pengujian sensor pH tanah dilakukan sebanyak 3 kali yaitu:

- a) pengujian ke 1 sensor pH tanah dapat dijelaskan bahwa pH tanah diujikan ke tanah yang asam maka diperoleh nilai pH tanah 1,4 dengan kondisi relay *On* dan kondisi Selenoid valve on
- b) Pada pengujian ke 2 sensor pH tanah diujikan ke tanah yang netral, maka diperoleh nilai 7,64 dengan kondisi relay *On* dan selenoid valve on
- c) Selanjutnya, pengujian ke 3 sensor pH tanah diujikan ke tanah yang basa, maka diperoleh nilai pH tanah 7,92 dengan kondisi relay *On* dan kondisi selenoid valve on

4.2.3 Pengujian Relay

Relay berfungsi sebagai saklar elektrik yang digunakan untuk penghubung dan memutuskan arus listrik. Adapun langkah-langkah pengujian relay sebagai berikut :

- a) Hubungkan relay pompa air dan relay solenoid valve ke mikrokontroler.
- b) Sambungkan sensor kelembaban tanah dan sensor pH tanah untuk membaca nilai kelembaban dan pH tanah.
- c) Upload program untuk mengontrol relay berdasarkan pembacaan sensor kelembaban dan pH tanah.

- d) Memastikan sistem membaca data dari sensor
- e) Memastikan relay apakah hidup atau tidak

Proses pengujian relay dengan pompa air dan *solenoid valve* dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4. 4 Pengujian Relay

Berdasarkan hasil pengujian ini untuk memastikan relay dapat terhubung dengan pompa air dan solenoid valve. Proses pengujian relay dapat dilihat pada tabel 4. 3

Tabel 4. 3 Pengujian Relay

Pengujian ke	Input		Output		Keterangan
	Kelembaban Tanah	pH Tanah	Pompa Air	Solenoid Valve	
1	26%	1,4	Hidup	Katup Terbuka	Relay <i>on</i> saat kelembaban tanah 25% untuk menyalakan pompa

					air dan Relay hidup saat pH tanah 1,4 untuk membuka selenoid valve
2	65%	7,64	Mati	Katup Terbuka	Relay <i>off</i> saat kelembaban tanah 65% untuk mematikan pompa air dan relay <i>on</i> saat pH tanah 7,64 untuk membuka selenoid valve
3	85%	7,92	Mati	Katup Terbuka	Relay <i>off</i> saat kelembaban tanah 85% untuk mematikan pompa air dan relay menyala saat pH tanah 7,92 untuk membuka selenoid valve

Berdasarkan tabel 4.3 pengujian relay ini dilakukan dengan melihat kondisi relay, jika relay dalam kondisi on maka pompa air akan hidup dan kondisi katup selenoid valve terbuka, sebaliknya apabila relay off maka pompa air akan mati dan kondisi katup selenoid valve tertutup.

4.2.4 Pengujian Penjadwalan Penyiraman

Pengujian penjadwalan penyiraman dilakukan untuk memastikan air digunakan dengan baik, menjaga kesehatan tanaman dengan pemberian air yang tepat, dan memastikan sistem bisa menyesuaikan diri dengan perubahan cuaca. Pengujian penjadwalan dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 Pengujian Penjadwalan Penyiraman

Pengujian Ke	Waktu Pengujian	Kelembaban Tanah	pH Tanah	Pompa air	Solenoid Valve	Keterangan	Waktu Penjadwalan Penyiraman	Keterangan
1	07:37 WIB	84%	5,2	Mati	Katup Tertutup	Kadar air sebanyak 84% kondisi tanah basah dan kadar pH tanah sebanyak 1,4 kondisi tanah asam	08:00 WIB	Tidak melakukan penyiraman
2	08:22 WIB	79%	6,46	Mati	Katup Tertutup	Kadar air sebanyak 79% kondisi tanah basah dan kadar pH tanah sebanyak 6,46 kondisi tanah asam	08:00 WIB	Tidak melakukan penyiraman
3	15:11 WIB	50%	3,04	Mati	Katup Tertutup	Kadar air sebanyak 50% kondisi tanah kering dan kadar pH tanah sebanyak 3,04 kondisi tanah Asam	16:00 WIB	Tidak melakukan penyiraman
4)	16:01 WIB	48%	2,09	Hidup	Tertutup	Kadar air sebanyak 48% kondisi tanah Kering dan kadar pH tanah sebanyak 2,09 kondisi tanah asam	16:01 WIB	Relay mengaktifkan pompa air sementara katup solenoid tertutup. Pompa mengalirkan air hingga kelembaban mencapai nilai yang ditentukan.

Keterangan tabel 4.4 Pengujian Penjadwalan Penyiraman sebagai berikut :

- 1) Pejadwalan penyiraman kelembaban dilakukan 2 kali sehari pukul 08:00 dan 16:01 WIB
- 2) Penjadwalan penyiraman berdasarkan pH dilakukan 1 minggu sekali pukul 08:00 WIB

Berdasarkan tabel 4.4 pengujian penjadwalan penyiraman dilakukan sebanyak 4 kali penjadwalan yaitu:

- 1) Pengujian pertama dilakukan pada pukul 07:37 WIB dengan penjadwalan penyiraman pada pukul 08:00 WIB, di mana didapatkan nilai kelembaban tanah sebesar 84%, menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi basah. Nilai pH tanah adalah 5,2 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi asam. Dalam kondisi ini, pompa air mati dan katup solenoid tetap tertutup, menunjukkan bahwa sistem tidak melakukan penyiraman karena kelembaban tanah sudah mencukupi meskipun pH tanah dalam kondisi asam. Waktu penjadwalan penyiraman pada pukul 08:00 WIB menunjukkan bahwa sistem belum melakukan tindakan penyiraman saat pengujian ini berlangsung, mengingat kadar kelembaban tanah yang cukup dan kondisi pH yang belum memerlukan penyesuaian pada saat pengujian.
- 2) Pengujian kedua dilakukan pada pukul 08:22 WIB dengan penjadwalan penyiraman pada pukul 08:00 WIB, di mana didapatkan nilai kelembaban tanah sebesar 79%, menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi basah. Nilai pH tanah adalah 6,46, yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi asam. Dalam kondisi ini, pompa air mati dan katup solenoid tetap tertutup, menunjukkan bahwa sistem tidak melakukan penyiraman karena kelembaban tanah sudah mencukupi meskipun pH tanah dalam kondisi asam. Waktu penjadwalan penyiraman pada pukul 08:00 WIB menunjukkan bahwa sistem belum melakukan tindakan penyiraman saat pengujian ini berlangsung, mengingat kadar kelembaban tanah yang normal dan pH yang belum memerlukan penyesuaian pada saat pengujian.

- 3) Pengujian ketiga dilakukan pada pukul 15:11 WIB dengan penjadwalan penyiraman pada pukul 16:00 WIB, di mana didapatkan nilai kelembaban tanah sebesar 50%, menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi kering. Nilai pH tanah adalah 3,04 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi asam. Dalam kondisi ini, pompa air mati dan katup solenoid tetap tertutup, menunjukkan bahwa sistem tidak melakukan penyiraman karena waktu penyiraman yang dijadwalkan adalah pada pukul 16:00 WIB, meskipun kelembaban tanah rendah dan pH tanah asam. Waktu penjadwalan penyiraman pada pukul 16:00 WIB menunjukkan bahwa sistem akan melakukan penyiraman sesuai jadwal tersebut, mengingat kondisi tanah yang kering dan pH yang asam, namun belum dilakukan pada saat pengujian ini.
- 4) Pengujian keempat dilakukan pada pukul 16:01 WIB, sesuai dengan waktu penjadwalan penyiraman yang juga pada pukul 16:00 WIB, di mana didapatkan nilai kelembaban tanah sebesar 48%, menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi kering. Nilai pH tanah adalah 2,09 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi sangat asam. Dalam kondisi ini, relay diaktifkan, pompa air menyala, dan katup solenoid tertutup, menunjukkan bahwa sistem melakukan penyiraman dengan mengalirkan air untuk meningkatkan kelembaban tanah hingga mencapai nilai yang ditentukan.

4.2.5 Pengujian keseluruhan

Pengujian secara menyeluruh dilakukan untuk mengevaluasi performa desain dan sistem yang menggunakan sensor *soil moisture*, sensor pH, relay, dan mikrokontroler ESP32. Tujuan pengujian adalah memastikan semua komponen berfungsi dan terintegrasi dengan baik sesuai program yang dibuat di Arduino IDE. Sensor kelembaban tanah dan pH tanah diuji untuk memastikan akurasi deteksi kelembaban dan pH tanah, yang kemudian diproses oleh ESP32 untuk mengontrol relay dan mengaktifkan perangkat seperti pompa air dan solenoid valve sesuai kondisi tanah. Pengujian dilakukan dalam berbagai kondisi tanah, mulai dari kering hingga basah, serta berbagai tingkat keasaman dan Basa, sehingga menghasilkan

sistem yang dapat bekerja dengan baik. Proses pengujian keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4. 5 Pengujian Keseluruhan

Untuk memastikan sistem bekerja dengan baik ,dilakukan pengujian alat secara keseluruhan sebanyak dua kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4. 5 Pengujian Keseluruhan

Pengujian ke	Input						Output			
	Waktu Pengujian Penyiraman	Waktu Penjadwalan Penyiraman	Pengujian Sensor				Keterangan	Kondisi Relay		Keterangan
			Nilai Sensor Kelembaban Tanah		Nilai Sensor pH Tanah			Pompa Air	Solenoid Valve	
			Banjar A	Banjar B	Banjar A	Banjar B				
1.	07:37 WIB	08:00 WIB	84%	84%	5,2	5,69	<ul style="list-style-type: none"> •Kadar air Banjar A sebanyak 84% kondisi tanah basah dan Kadar air Banjar B sebanyak 84% kondisi tanah basah •Kadar pH tanah Banjar A sebanyak 5,2 kondisi tanah asam dan Kadar pH tanah Banjar sebanyak 5,69 kondisi tanah asam 	<i>Off</i>	<i>Off</i>	Tidak Melakukan Penyiraman
2.	08:00 WIB	08:00 WIB	84%	84%	5,2	5,69	<ul style="list-style-type: none"> •Kadar air Banjar A 	<i>Off</i>	<i>Off</i>	Tidak Melakukan

							<p>sebanyak 84% kondisi tanah basah dan Kadar air Banjar B sebanyak 84% kondisi tanah basah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kadar pH tanah Banjar A sebanyak 5,2 kondisi tanah asam dan Kadar pH tanah Banjar B sebanyak 5,69 kondisi tanah asam 			Penyiraman
3.	08:46 WIB	08:46 WIB	84%	70%	4,92	7,68	<ul style="list-style-type: none"> • Kadar air Banjar A sebanyak 84% kondisi tanah basah dan Kadar air Banjar B sebanyak 70% kondisi tanah basah • Kadar pH tanah Banjar A sebanyak 4,92 kondisi 	<i>Off</i>	<i>On</i>	Relay mematikan pompa air dan membuka katup selenoid valve. Pompa air mati karena kelembaban telah mencapai nilai yang ditentukan, sementara katup selenoid mengeluarkan cairan basa hingga pH

							tanah asam dan Kadar pH tanah Banjar B sebanyak 7,68 kondisi tanah asam			mencapai tingkat yang diinginkan
4.	15:11 WIB	16:01 WIB	49%	53%	3,28	3,24	<ul style="list-style-type: none"> •Kadar air Banjar A sebanyak 49% kondisi tanah kering dan Kadar air Banjar B sebanyak 53% kondisi tanah kering •Kadar pH tanah Banjar A sebanyak 3,28 kondisi tanah asam dan Kadar pH tanah Banjar B sebanyak 3,24 kondisi tanah asam 	<i>Off</i>	<i>Off</i>	Tidak Melakukan Penyiraman
5.	16:01 WIB	16:01 WIB	48%	51%	2,11	2,97	<ul style="list-style-type: none"> •Kadar air Banjar A sebanyak 48% kondisi tanah kering dan Kadar air Banjar B sebanyak 51% kondisi tanah 	<i>On</i>	<i>Off</i>	Relay mengaktifkan pompa air dan membuka katup selenoid. Pompa mengalirkan air hingga kelembaban mencapai

							<p>kering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kadar pH tanah Banjar A sebanyak 2,11 kondisi tanah asam dan Kadar pH tanah Banjar B sebanyak 2,97 kondisi tanah asam 			<p>nilai yang ditentukan, sementara katup selenoid mengeluarkan cairan basa hingga pH mencapai tingkat yang diinginkan</p>
6.	17:26 WIB	16:01 WIB	79%	79%	5,36	6,08	<ul style="list-style-type: none"> • Kadar air Banjar A sebanyak 79% kondisi tanah basah dan Kadar air Banjar B sebanyak 79% kondisi tanah basah • Kadar pH tanah Banjar A sebanyak 5,36 kondisi tanah asam dan Kadar pH tanah Banjar B sebanyak 6,08 kondisi tanah asam 	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<p>Tidak Melakukan Penyiraman</p>

Berdasarkan tabel 4.5 pengujian keseluruhan dilakukan sebanyak 6 kali penjadwalan yaitu:

- 1) Pengujian pertama dilakukan pada pukul 07:37 WIB dengan penjadwalan penyiraman pada pukul 08:00 WIB di Banjar A, di mana didapatkan nilai kelembaban tanah sebesar 84% menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi basah. Nilai pH tanah Banjar A adalah 5,2 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi asam. Dalam kondisi ini, relay tidak diaktifkan, pompa air dalam keadaan off, dan katup solenoid tetap tertutup, menunjukkan bahwa sistem tidak melakukan penyiraman karena kelembaban tanah sudah cukup dan pH tanah berada dalam kondisi asam yang tidak memerlukan penyesuaian pada saat pengujian. Di Banjar B, pengujian menunjukkan nilai kelembaban tanah sebesar 84% yang juga menunjukkan kondisi tanah basah. Nilai pH tanah Banjar B adalah 5,69 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi asam. Pada kondisi ini, relay tetap mati, pompa air off, dan katup solenoid tidak diaktifkan, menunjukkan bahwa sistem tidak melakukan penyiraman atau penyesuaian pH tanah karena kondisi kelembaban sudah mencukupi dan tidak ada kebutuhan untuk menetralkan pH pada saat tersebut.
- 2) Pengujian kedua dilakukan pada pukul 08:00 WIB dengan penjadwalan penyiraman juga pada pukul 08:00 WIB di Banjar A, di mana didapatkan nilai kelembaban tanah sebesar 84% menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi basah. Nilai pH tanah Banjar A adalah 5,2 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi asam. Dalam kondisi ini, relay tidak diaktifkan, pompa air dalam keadaan off, dan katup solenoid tetap tertutup, menunjukkan bahwa sistem tidak melakukan penyiraman karena kelembaban tanah sudah cukup dan pH tanah berada dalam kondisi asam yang tidak memerlukan penyesuaian pada saat pengujian. Di Banjar B, pengujian menunjukkan nilai kelembaban tanah sebesar 84% yang juga menunjukkan kondisi tanah basah. Nilai pH tanah Banjar B adalah 5,69 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi asam. Pada kondisi ini, relay tetap mati, pompa air off, dan katup solenoid tidak diaktifkan,

menunjukkan bahwa sistem tidak melakukan penyiraman atau penyesuaian pH tanah karena kondisi kelembaban sudah mencukupi dan tidak ada kebutuhan untuk menetralkan pH pada saat tersebut.

- 3) Pengujian ketiga dilakukan pada pukul 08:46 WIB dengan penjadwalan penyiraman pH pada pukul 08:46 WIB di Banjar A, di mana didapatkan nilai kelembaban tanah sebesar 84% menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi basah. Nilai pH tanah Banjar A adalah 4,92 yang menunjukkan bahwa tanah masih dalam kondisi asam. Dalam kondisi ini, relay diaktifkan, pompa air dalam keadaan off, dan katup solenoid tetap terbuka, menunjukkan bahwa sistem melakukan penyiraman pH karena nilai pH tanah dalam kondisi asam. Di Banjar B, pengujian menunjukkan nilai kelembaban tanah sebesar 70% yang juga menunjukkan kondisi tanah basah. Nilai pH tanah Banjar B adalah 6,78 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi asam. Pada kondisi ini, relay diaktifkan, pompa air off, dan katup solenoid terbuka, menunjukkan bahwa pompa air tidak melakukan penyiraman sementara katup solenoid valve terbuka mengeluarkan cairan basa sampai nilai pada kondisi pH yang diinginkan.
- 4) Pengujian keempat dilakukan pada pukul 15:11 WIB dengan penjadwalan penyiraman pada pukul 16:01 WIB di Banjar A, di mana didapatkan nilai kelembaban tanah sebesar 49% menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi kering. Nilai pH tanah Banjar A adalah 3,28 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi sangat asam. Dalam kondisi ini, relay tidak diaktifkan, pompa air dalam keadaan off, dan katup solenoid tetap tertutup, menunjukkan bahwa sistem tidak melakukan penyiraman meskipun kondisi tanah kering dan asam karena penyiraman dijadwalkan pada waktu yang berbeda. Di Banjar B, pengujian menunjukkan nilai kelembaban tanah sebesar 53% yang juga menunjukkan kondisi tanah kering. Nilai pH tanah Banjar B adalah 3,24 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi sangat asam. Pada kondisi ini, relay tetap mati, pompa air off, dan katup solenoid tidak diaktifkan, menunjukkan bahwa sistem tidak melakukan penyiraman atau penyesuaian pH tanah meskipun kondisi

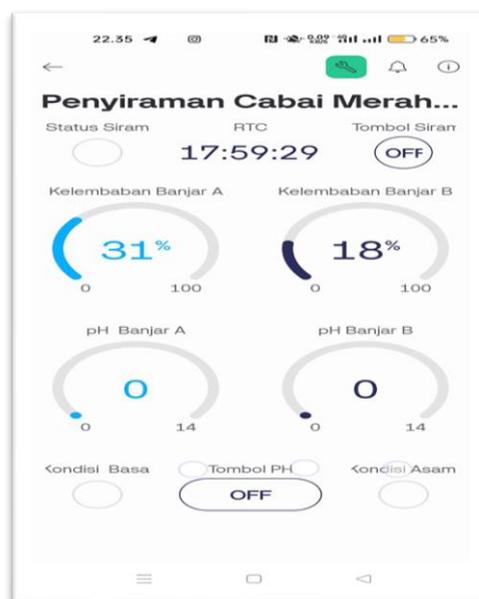
tanah kering dan sangat asam, karena penyiraman akan dilakukan sesuai jadwal pada pukul 16:01 WIB.

- 5) Pengujian kelima dilakukan pada pukul 16:01 WIB dengan penjadwalan penyiraman pada pukul 16:01 WIB di Banjar A, di mana didapatkan nilai kelembaban tanah sebesar 48% menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi kering. Nilai pH tanah Banjar A adalah 2,11 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi sangat asam. Dalam kondisi ini, relay diaktifkan, pompa air menyala, dan katup solenoid tertutup, menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan mengalirkan air hingga kelembaban mencapai nilai yang ditentukan. Di Banjar B, pengujian menunjukkan nilai kelembaban tanah sebesar 51%, yang juga menunjukkan kondisi tanah kering. Nilai pH tanah Banjar B adalah 2,97 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi sangat asam. Dalam kondisi ini, relay diaktifkan, pompa air on, dan katup solenoid tertutup, menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan mengalirkan air hingga kelembaban mencapai nilai yang ditentukan.
- 6) Pengujian keenam dilakukan pada pukul 17:26 WIB dengan penjadwalan penyiraman pada pukul 16:01 WIB di Banjar A. Pada pengujian ini, kadar air tanah Banjar A tercatat sebesar 79% menunjukkan bahwa tanah dalam kondisi basah. Sementara itu, kadar pH tanah Banjar A adalah 5,36 yang mengindikasikan bahwa tanah berada dalam kondisi asam. Sementara di Banjar B, kadar air tanah juga tercatat sebesar 79%, menunjukkan bahwa kondisi tanah di sana juga basah. Nilai pH tanah Banjar B adalah 6,08 yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi asam. Dalam kondisi ini, sistem tidak melakukan penyiraman karena kadar air tanah sudah mencukupi dan tidak diperlukan tambahan air. Oleh karena itu, relay tidak diaktifkan, pompa air dan katup solenoid tetap dalam keadaan mati.

4.2.6 Pengujian Blynk

Pengujian sistem dilakukan dengan menguji keseluruhan kinerja perangkat yang terdiri dari Blynk, relay, pompa air, solenoid valve, sensor soil moisture, dan sensor pH. Langkah pertama adalah menghubungkan sistem dengan sumber arus listrik, lalu mengecek semua komponen termasuk Blynk untuk pemantauan jarak jauh, relay untuk kontrol perangkat, serta sensor soil moisture dan sensor pH. Selanjutnya, kode program diupload ke mikrokontroler, dan dilakukan pengujian inputan dari sensor untuk memastikan data yang diperoleh sesuai dengan kondisi nyata tanah saat pengujian sistem berlangsung.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem dapat bekerja optimal dalam mengatur irigasi dan memantau kondisi tanah secara otomatis. Uji coba dilakukan dengan memantau kinerja pompa air berdasarkan pembacaan sensor soil moisture dan pH. Hasil percobaan mencatat respon sistem terhadap kondisi tanah, seperti frekuensi aktivasi pompa air, serta perubahan nilai pH dan kelembaban tanah, yang dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4. 6 Tampilan Blynk

4.3 Analisis Sistem Kerja

Sistem kontrol kelembaban tanah dan pH untuk tanaman cabai merah keriting menggunakan sensor kelembaban dan sensor pH yang terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Sensor kelembaban mengukur kadar air tanah dan mengirimkan data ke NodeMCU. Jika tanah terlalu kering, pompa air akan diaktifkan untuk menyiram tanaman. Sebaliknya, jika tanah sudah cukup lembab, pompa akan dimatikan. Sensor pH mengukur keasaman tanah dan juga mengirimkan data ke NodeMCU. Jika pH tanah terlalu asam, solenoid valve akan dibuka untuk mengeluarkan cairan basa dan menyeimbangkan pH. Jika pH tanah terlalu basa, solenoid valve akan mengeluarkan cairan asam. NodeMCU mengontrol relay yang mengatur pompa air dan solenoid valve berdasarkan data dari sensor. Penjadwalan penyiraman dapat dilihat melalui aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat memantau kapan penyiraman dilakukan secara otomatis.

a) Kelebihan

- 1) Sistem ini mampu memantau kelembaban dan pH tanah secara real-time, memberikan informasi akurat yang diperlukan untuk menjaga kondisi optimal tanah bagi pertumbuhan tanaman cabai merah keriting.
- 2) Penggunaan aplikasi Blynk memungkinkan kontrol dan pemantauan jarak jauh yang memudahkan pengguna dalam mengelola sistem irigasi.
- 3) Penjadwalan penyiraman otomatis membantu menghemat air dan memastikan tanaman mendapatkan air pada waktu yang tepat, serta menghindari penyiraman berlebihan.

b) Kekurangan

- 1) Sistem mungkin mengalami delay jika sinyal Wi-Fi kurang baik, yang dapat mempengaruhi respon real-time dari sistem irigasi.
- 2) Tampilan GUI (*Graphical User Interface*) pada aplikasi Blynk masih sederhana dan bisa ditingkatkan untuk memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik.