

BAB V

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

5.1 HASIL IMPLEMENTASI

Setelah proses perancangan selesai, tahap berikutnya adalah implementasi alat, yaitu mewujudkan rancangan yang telah dibuat ke dalam bentuk nyata agar sistem dapat digunakan. Pada tahap ini dilakukan pemasangan dan pengujian setiap komponen untuk memastikan sistem bekerja dengan baik serta sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 5.1 Hasil Keseluruhan Rangkaian Alat

Pengujian terhadap sistem pengukuran Tinggi Muka Air Tanah (TMAT) pada lahan gambut berbasis mikrokontroler ESP32 menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan perancangan. Sistem diuji dengan menempatkan sensor ultrasonik pada posisi tertentu untuk mengukur jarak antara sensor dan permukaan air tanah. Sensor tersebut terhubung langsung ke ESP32 yang berperan sebagai pusat pengendali dalam membaca dan mengolah data hasil pengukuran.

Data jarak yang diperoleh dari sensor ultrasonik diproses oleh ESP32 untuk menghasilkan nilai Tinggi Muka Air Tanah (TMAT). Hasil pengolahan data tersebut ditampilkan secara langsung pada layar LCD, sehingga pengguna dapat memantau kondisi TMAT di lokasi pengukuran. Selain ditampilkan pada LCD.

Dengan adanya tampilan data secara lokal melalui LCD, sistem ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam memantau kondisi hidrologi lahan gambut secara efektif dan efisien, serta mendukung upaya pengelolaan lahan gambut yang berkelanjutan.

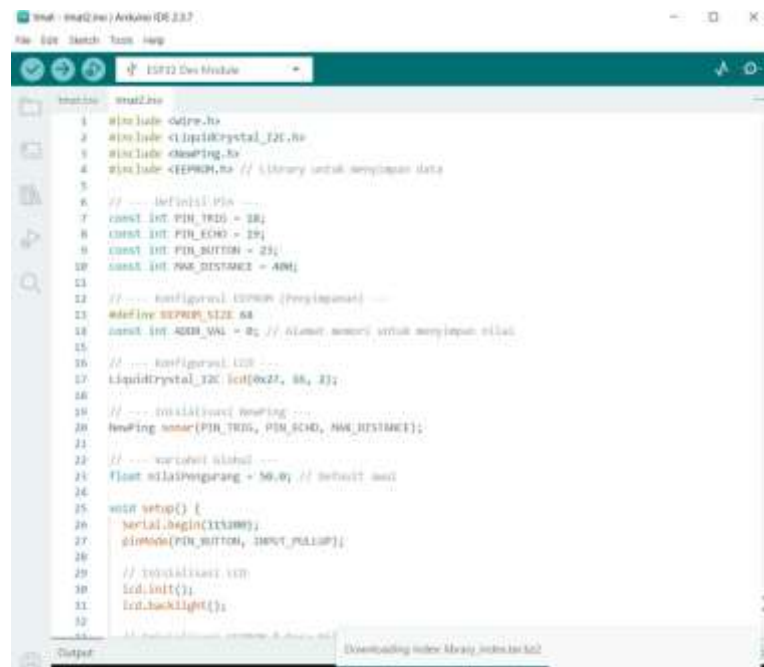
5.2 PENGUJIAN SOFTWARE

Guna memastikan seluruh perangkat lunak yang digunakan dalam sistem pengukuran Tinggi Muka Air Tanah (TMAT) berbasis ESP32 dapat berfungsi dengan baik, dilakukan serangkaian pengujian perangkat lunak. Pengujian diawali dengan menguji program pada mikrokontroler ESP32 untuk memastikan proses inisialisasi sistem berjalan dengan benar.

Selanjutnya, pengujian juga dilakukan pada tampilan LCD untuk memastikan informasi hasil pengukuran TMAH ditampilkan dengan akurat dan sesuai dengan data yang dikirimkan oleh esp32. Setiap tahapan pengujian perangkat lunak dilakukan secara sistematis untuk memastikan seluruh komponen perangkat lunak dapat bekerja secara terintegrasi dan mendukung kinerja sistem secara keseluruhan.

5.2.1 Pengujian Program Arduino IDE

Pada penelitian ini, mikrokontroler ESP32 diprogram menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C/C++ karena mudah digunakan dan sesuai dengan perangkat yang digunakan. Setelah seluruh rangkaian perangkat keras selesai dirakit, program yang telah dibuat kemudian diunggah ke ESP32 agar sistem dapat berjalan sesuai fungsi yang dirancang.



Gambar 5.2 Gambar Program Arduino IDE

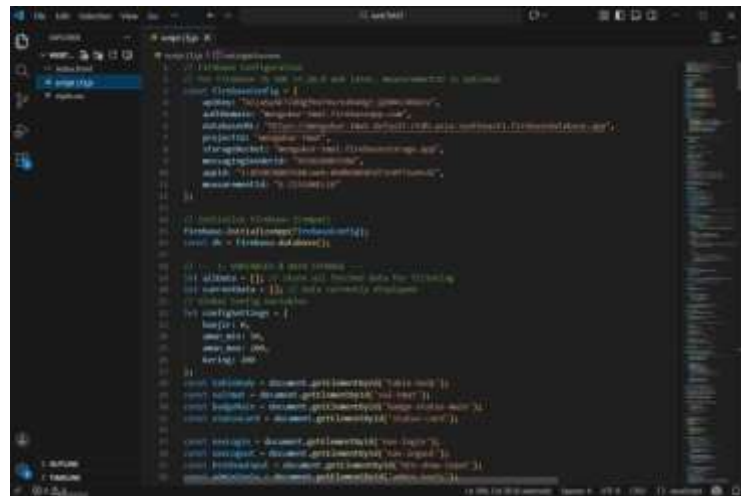
Setelah program selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah mengunggah kode ke mikrokontroler dan melakukan pengujian untuk memastikan sistem berjalan dengan baik. Proses ini bertujuan untuk mendeteksi adanya kesalahan pada program. Jika terjadi kesalahan, sistem akan menampilkan informasi *error*, sedangkan jika program berhasil dijalankan, sistem menunjukkan bahwa tidak terdapat *error*.

5.2.2 Pengujian Program Visual Studio Code

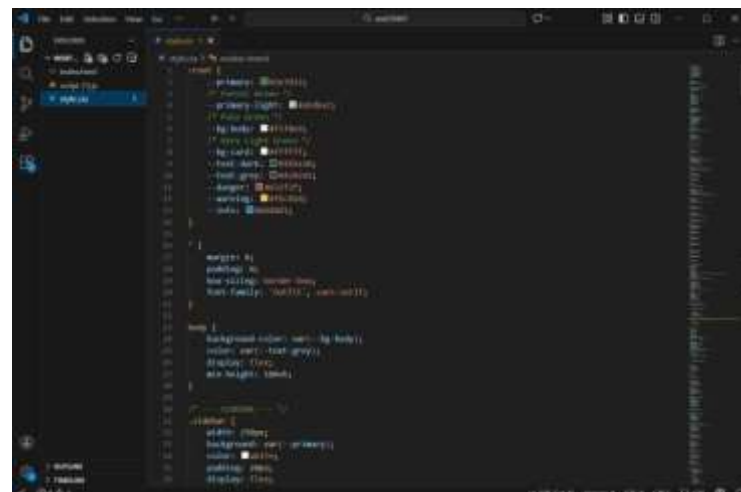
Pada penelitian ini, proses pengembangan dan pengujian program sistem pengukur Tinggi Muka Air Tanah (TMAT) dilakukan menggunakan Visual Studio Code sebagai lingkungan pengembangan perangkat lunak. Visual Studio Code digunakan untuk menulis, mengelola, dan menguji kode program berbasis bahasa HTML, JS (*JavaScript*), CSS (*Cascading Style Sheets*) yang dijalankan pada visual Studio code. Setelah pembuatan kode selesai disusun, program yang telah dibuat kemudian dikompilasi dan diunggah lewat terminal Visual Studio code untuk memastikan sistem dapat bekerja sesuai dengan perancangan yang telah ditentukan.



Gambar 5.3 Program Visual Studio Code HTML



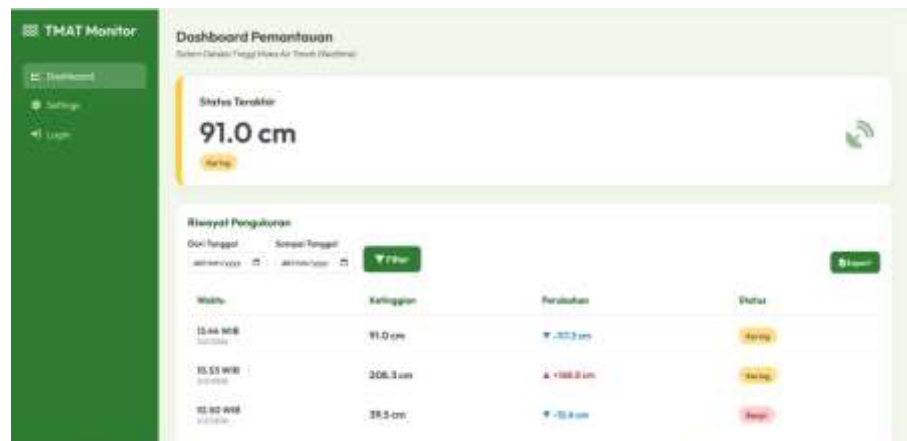
Gambar 5.4 Program Visual Studio Code JavaScript



Gambar 5.5 Program Visual Studio Code CSS

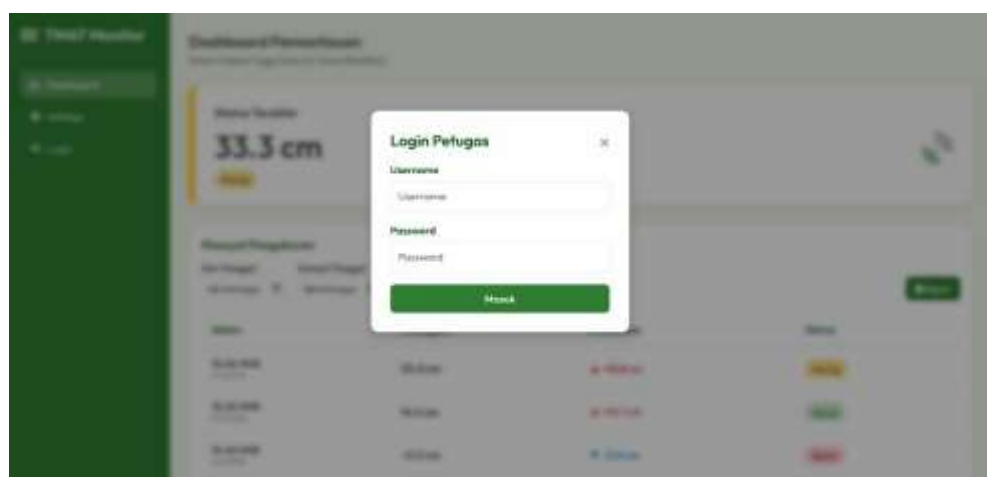
5.2.3 Pengujian Website

Pengujian website dilakukan untuk memastikan bahwa sistem pemantauan Tinggi Muka Air Tanah (TMAT) dapat menampilkan data hasil pengukuran secara *real-time*, akurat, dan mudah dipahami oleh pengguna. Website ini berfungsi sebagai antarmuka pemantauan yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 melalui basis data daring, sehingga data TMAT yang diperoleh dari sensor dapat diakses secara langsung melalui jaringan internet.



Gambar 5. 6 pengujian Website Pengukuran TMAT

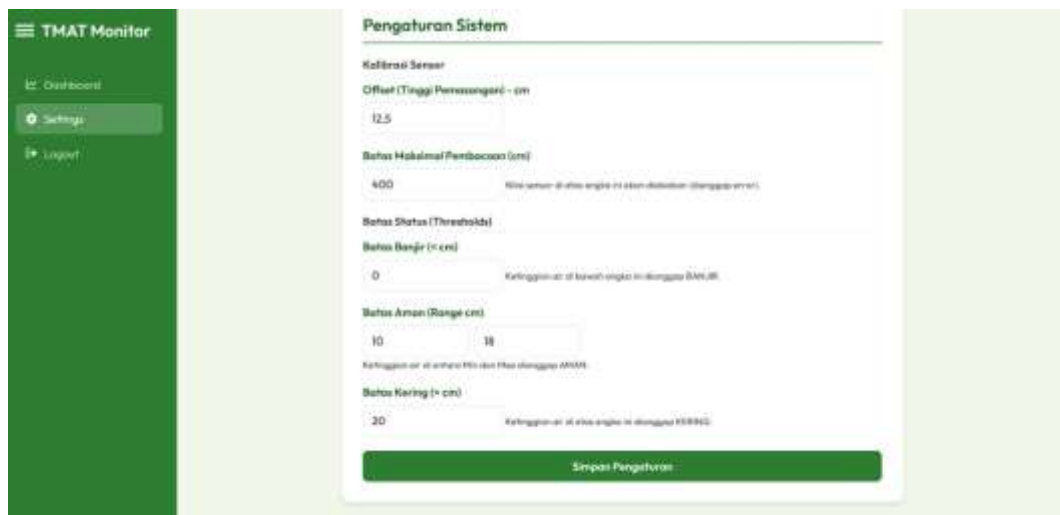
Berdasarkan hasil pengujian, website berhasil menampilkan nilai TMAT terkini, status kondisi muka air tanah, serta riwayat pengukuran yang tersimpan dalam basis data. Informasi yang ditampilkan meliputi waktu pengukuran, nilai ketinggian muka air tanah dalam satuan sentimeter, perubahan ketinggian antar pengukuran, status kondisi seperti kering dan banjir. Selain itu, *website* juga dilengkapi dengan fitur penyaringan (*filter*) data berdasarkan rentang tanggal, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan analisis lebih lanjut.



Gambar 5. 7 Fitur Login Petugas

Berdasarkan hasil pengujian terhadap antarmuka sistem, situs ini telah dilengkapi dengan fitur Pengelolaan Hak Akses untuk memastikan keamanan data. Sistem ini membedakan antara dua tingkatan pengguna: pengguna dapat masuk sebagai Mandor dengan memasukkan username 'mandor' dan *password* 'admin', atau sebagai Petugas dengan menggunakan akun username 'petugas1' dan *password* 'admin'.

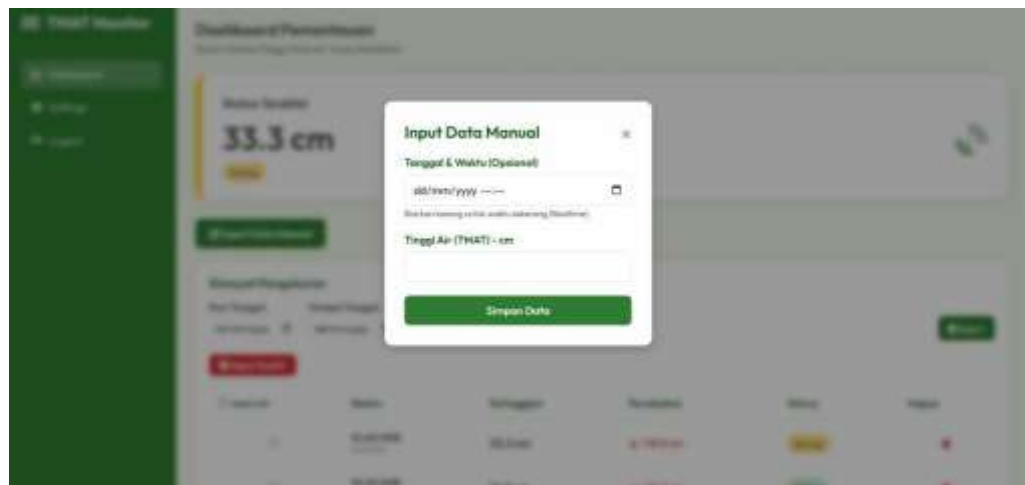
Setelah berhasil *log in*, situs secara otomatis menampilkan *Dashboard* yang berisi nilai TMAH terbaru, status kondisi muka air tanah, serta riwayat pengukuran yang tersimpan di basis data Firebase. Informasi yang ditampilkan meliputi waktu pengukuran, nilai ketinggian muka air tanah dalam sentimeter, perbedaan perubahan ketinggian, serta label kondisi status seperti Kering, Aman, atau Banjir.



Gambar 5. 8 Pengaturan sistem dalam Website

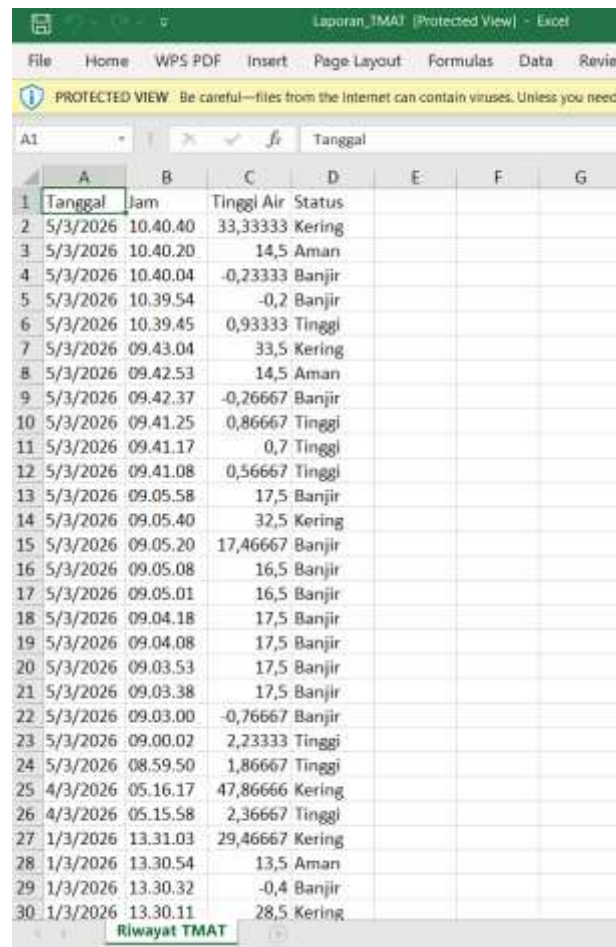
Pada halaman khusus Admin atau Mandor, sistem menyediakan fitur Konfigurasi Parameter Sensor yang berfungsi untuk mengkalibrasi alat secara jarak jauh (*remote calibration*). Fitur ini memberikan hak eksklusif kepada Mandor untuk

mengatur nilai-nilai kritis tanpa harus melakukan pemrograman ulang pada perangkat keras, dengan mengklik simpan pengaturan maka *system* dengan otomatis menyimpan data ke perangkat keras.



Gambar 5. 9 Meng-input Data secara manual

Sebagai langkah mitigasi terhadap kendala konektivitas di area lahan gambut yang seringkali sulit dijangkau sinyal internet (*blank spot*), sistem dilengkapi dengan fitur Input Data Manual. Fitur ini dapat diakses baik oleh Mandor maupun Petugas melalui antarmuka website.



	A	B	C	D	E	F	G
	Tanggal	Jam	Tinggl Air	Status			
1	5/3/2026	10.40.40	33,33333	Kering			
2	5/3/2026	10.40.20	14,5	Aman			
3	5/3/2026	10.40.04	-0,23333	Banjir			
4	5/3/2026	10.39.54	-0,2	Banjir			
5	5/3/2026	10.39.45	0,93333	Tinggi			
6	5/3/2026	09.43.04	33,5	Kering			
7	5/3/2026	09.42.53	14,5	Aman			
8	5/3/2026	09.42.37	-0,26667	Banjir			
9	5/3/2026	09.41.25	0,86667	Tinggi			
10	5/3/2026	09.41.17	0,7	Tinggi			
11	5/3/2026	09.41.08	0,56667	Tinggi			
12	5/3/2026	09.05.58	17,5	Banjir			
13	5/3/2026	09.05.40	32,5	Kering			
14	5/3/2026	09.05.20	17,46667	Banjir			
15	5/3/2026	09.05.08	16,5	Banjir			
16	5/3/2026	09.05.01	16,5	Banjir			
17	5/3/2026	09.04.18	17,5	Banjir			
18	5/3/2026	09.04.08	17,5	Banjir			
19	5/3/2026	09.03.53	17,5	Banjir			
20	5/3/2026	09.03.38	17,5	Banjir			
21	5/3/2026	09.03.00	-0,76667	Banjir			
22	5/3/2026	09.00.02	2,23333	Tinggi			
23	5/3/2026	08.59.50	1,86667	Tinggi			
24	4/3/2026	05.16.17	47,86666	Kering			
25	4/3/2026	05.15.58	2,36667	Tinggi			
26	1/3/2026	13.31.03	29,46667	Kering			
27	1/3/2026	13.30.54	13,5	Aman			
28	1/3/2026	13.30.32	-0,4	Banjir			
29	1/3/2026	13.30.11	28,5	Kering			
30							

Gambar 5. 10 Fitur Export ke excel

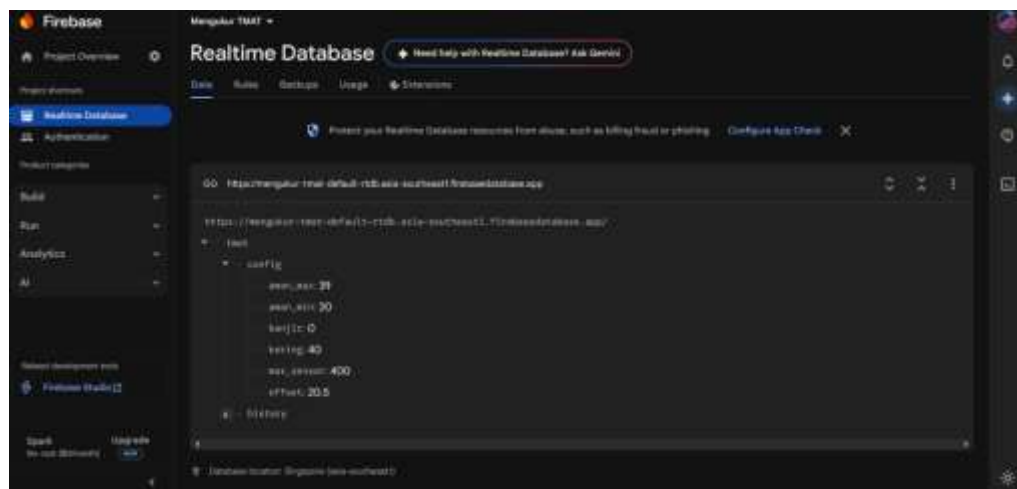
Untuk mendukung keperluan pelaporan dan analisis data secara luring (*offline*), website ini menyediakan fitur *Export Data*. Fitur ini memungkinkan pengguna, baik Mandor maupun Petugas, untuk mengunduh seluruh riwayat pengukuran yang tersimpan dalam *database* ke dalam format berkas digital (.xlsx atau .csv).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *website* mampu berfungsi dengan baik sebagai media pemantauan TMAT pada lahan gambut secara daring. sehingga

sistem dinilai efektif dan mendukung tujuan penelitian dalam menyediakan solusi pemantauan TMAI berbasis mikrokontroler dan teknologi web.

5.2.4 Pengujian Firebase

Pengujian Firebase dilakukan untuk memastikan bahwa sistem penyimpanan dan pengiriman data Tinggi Muka Air Tanah (TMAI) pada lahan gambut berfungsi dengan baik secara langsung. Dalam proses pengujian ini, Firebase dimanfaatkan sebagai basis data online yang menghubungkan mikrokontroler ESP32 dengan sistem monitoring, sehingga data TMAI yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik bisa dikirim, disimpan, dan diperbarui secara *real-time* melalui internet. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa data yang dikirim dari ESP32 dapat diterima dan ditampilkan dengan tepat, stabil, serta tanpa jeda yang berarti, sehingga Firebase dapat dijadikan sebagai media penyimpanan dan penyinkronan data yang handal dalam sistem pemantauan TMAI yang telah direncanakan.



Gambar 5.11 Pengujian Firebase

Selain itu, pengujian Firebase juga dilakukan untuk menjamin stabilitas koneksi dan keandalan sistem dalam menyimpan data pengukuran TMAP secara berkesinambungan. Proses pengujian ini meliputi pengiriman data secara terus-menerus dari ESP32 ke Firebase *Realtime* Database dan pengambilan data tersebut untuk ditampilkan di sistem pemantauan. sehingga sistem yang dirancang tetap dapat berfungsi sebagai alat pemantauan tinggi muka air tanah di lahan gambut secara online dan berkelanjutan.

5.3 PENGUJIAN *HARDWARE*

Pada tahap ini, pengujian dilakukan pada setiap rangkaian yang terdapat pada alat yang telah dibuat guna memastikan bahwa seluruh komponen sistem dapat berfungsi sesuai dengan perancangan, Setiap rangkaian diuji untuk mengetahui kinerja, kestabilan, dan respon terhadap input yang diberikan, sehingga dapat diketahui apakah terdapat kesalahan pada koneksi, konfigurasi, maupun program yang digunakan. Apabila pada tahap pengujian ditemukan ketidaksesuaian atau gangguan, maka dilakukan perbaikan dan pengujian ulang hingga sistem dapat bekerja dengan baik. Melalui pengujian bertahap ini, diharapkan seluruh bagian sistem dapat terintegrasi dengan optimal dan mampu menghasilkan keluaran sesuai dengan tujuan perancangan alat

5.3.1 Pengujian Mikrokontroler ESP32 WEMOS

Uji coba dilaksanakan pada ESP32 WEMOS untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang telah sesuai dengan konsep dan rencana yang ada. Pada langkah ini,

pengujian bertujuan untuk mengecek apakah semua modul elektronik dalam sistem akuaponik berbasis IoT tersambung dengan baik, sehingga sistem bisa beroperasi secara maksimal dan berfungsi sesuai harapan.

Tabel 5.1 Pengujian Mikrokontroler ESP32 WEMOS

No	Komponen Sistem		Terhubung Dengan	Keterangan
1.	Mikrokontroler ESP32 WEMOS	Sensor Ultrasonik	TRIG GPIO 18, ECHO GPIO 19	Terhubung
		LCD I2C	SDA GPIO 21, SCL GPIO 22	Terhubung
		Push Button	GPIO 23, GND	Terhubung

Berdasarkan hasil pengujian koneksi komponen sistem, dapat diketahui bahwa seluruh perangkat telah terhubung dengan baik ke mikrokontroler ESP32. Sensor ultrasonik berhasil terhubung ke pin *input* dan *output* ESP32 dan mampu membaca serta mengirimkan data jarak permukaan air tanah sesuai dengan perancangan sistem. Data hasil pembacaan sensor dapat diproses dengan baik oleh ESP32 untuk menentukan nilai Tinggi Muka Air Tanah (TMAT). Selain itu, LCD 16×2 yang menggunakan komunikasi I2C melalui pin SDA dan SCL berfungsi secara normal dalam menampilkan informasi hasil pengukuran TMAT. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem telah terintegrasi dengan baik, sehingga sistem siap digunakan untuk proses pengukuran dan monitoring kondisi muka air tanah secara menyeluruh.

5.3.2 Pengujian LCD 16x2

Pengujian LCD dilakukan untuk memastikan bahwa modul LCD yang digunakan dapat berfungsi dengan baik dan mampu menampilkan informasi sesuai dengan perintah yang diberikan oleh mikrokontroler ESP32. Pengujian ini

bertujuan untuk mengetahui apakah LCD dapat menampilkan teks dan data hasil pengukuran Tinggi Muka Air Tanah (TMAT) secara jelas, stabil, dan *real-time* tanpa adanya kesalahan tampilan. Selain itu, pengujian ini juga membuktikan bahwa penggunaan LCD sebagai media tampilan lokal sangat membantu pengguna dalam memantau kondisi TMAT secara langsung di lapangan secara *offline*.

Tabel 5.2 Pengujian LCD 16x2

PENGUJIAN	TAMPILAN LCD
Tampilan LCD saat Pertama di aktifkan	
Tampilan LCD saat Masuk Mode SETTING untuk mengatur pengurangan tinggi pipa di atas permukaan tanah	
Tampilan LCD saat pemilihan tinggi pengurangan Pipa 12,5cm di atas permukaan tanah	
Tampilan LCD saat pemilihan tinggi pengurangan Pipa 15,0cm di atas permukaan tanah	

Tampilan LCD saat pemilihan tinggi pengurangan Pipa 17,5cm di atas permukaan tanah	
Tampilan LCD saat pemilihan tinggi pengurangan Pipa 20,0cm di atas permukaan tanah	
Tampilan LCD saat pemilihan tinggi pengurangan Pipa 22,5cm di atas permukaan tanah	
Tampilan LCD saat pemilihan tinggi pengurangan Pipa 25,0cm di atas permukaan tanah	
Tampilan LCD saat pemilihan tinggi pengurangan Pipa 27,5cm di atas permukaan tanah	

Tampilan LCD saat pemilihan tinggi pengurangan Pipa 30,0cm di atas permukaan tanah	
Tampilan LCD saat pemilihan tinggi pengurangan Pipa 32,5cm di atas permukaan tanah	
Tampilan LCD saat sudah menentukan pengurangan tinggi pipa di atas permukaan tanah dengan <i>value</i> 12,5cm	
Tampilan LCD saat pengukuran pipa dengan keseluruhan tinggi 50cm, dengan pengurangan 12,0cm di atas permukaan tanah	

Hasil pengujian LCD secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.2 Berdasarkan hasil pengujian tersebut, LCD mampu menampilkan teks dan fitur yang sudah tersedia oleh sistem mampu menampilkan teks dan data hasil pengukuran Tinggi Muka Air Tanah (TMAT) yang dikirimkan oleh sistem dengan jelas dan sesuai dengan yang diharapkan. Setiap informasi yang ditampilkan, seperti nilai TMAT dan nilai pengurangan pipa di atas permukaan tanah, dapat

terbaca dengan baik tanpa adanya kesalahan tampilan. Hal ini menunjukkan bahwa komunikasi antara mikrokontroler ESP32 WEMOS dan modul LCD berjalan dengan normal dan mendukung kinerja sistem secara optimal.

5.3.3 Pengujian Keseluruhan Sensor

Pengujian keseluruhan sensor dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem pengukuran Tinggi Muka Air Tanah (TMAT) secara menyeluruh setelah sensor ultrasonik terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 dalam satu sistem. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor ultrasonik dapat bekerja dengan baik, menghasilkan data pengukuran yang akurat.

Sistem diuji dalam kestabilan sensor untuk mengamati respons sensor ultrasonik dalam mendeteksi jarak antara sensor dan permukaan air. Data hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengevaluasi keandalan sistem secara keseluruhan dan memastikan bahwa nilai sensor yang stabil dapat digunakan sebagai dasar pemantauan dan pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan gambut.

Tabel 5.3 Status Water Level TMAT

No	Setatus water level	Tinggi air
1	Banjir	≤ 0 cm
2	stabil	10 – 15 cm
3	Kering	≥ 20 cm

status kondisi muka air tanah ditentukan dengan mengacu pada klasifikasi *Status Water Level* yang sudah di sesuaikan oleh pipa 50cm, yaitu Banjir < 0 cm yang bisa berakibat buruk pada lahan gambut, Normal 10 cm hingga 15 cm ini

menjadi tinggi air yang sangat ideal untuk TMAT sehingga tanah gambut dapat di rawat dengan baik, dan Kering > 20 cm di kerendahan air ini sangat tidak bagus dikarenakan bisa mengakibatkan kebakaran lahan yang terjadi oleh tanah gambut.

Tabel 5.4 Pengujian Keseluruhan Pengukuran TMAT Saat Stabil

Pengujian manual dan otomatis TMAT kondisi Stabil						
Percobaan	MANUAL			OTOMATIS		
	waktu	Nilai yang di dapat	kondisi	waktu	Nilai yang di dapat	kondisi
Percobaan 1	5 menit	14cm	stabil	3 detik	13cm	stabil
Percobaan 2	5 menit	15cm	stabil	3 detik	13cm	stabil
Percobaan 3	2 menit	14cm	stabil	3 detik	13cm	stabil
Percobaan 4	3 menit	14cm	stabil	3 detik	14cm	stabil
Percobaan 5	6 menit	13cm	stabil	3 detik	14cm	stabil
Percobaan 6	6 menit	14cm	stabil	3 detik	13cm	stabil
Percobaan 7	5 menit	13cm	stabil	3 detik	10cm	stabil
Percobaan 8	5 menit	15cm	stabil	3 detik	12cm	stabil
Percobaan 9	7 menit	14cm	stabil	3 detik	13cm	stabil
Percobaan 10	10 menit	13cm	stabil	3 detik	13cm	stabil
Rata – rata :	5 menit	14cm	stabil	3 detik	13cm	stabil

Hasil pengujian sistem TMAT dilakukan sebanyak 10 kali percobaan dengan membandingkan metode pengukuran manual dan otomatis pada pipa dengan tinggi 50 cm. Pengujian dilakukan pada kondisi lahan stabil, yaitu ketika tinggi muka air tanah berada pada rentang 10 cm hingga 15 cm. Berdasarkan hasil pengujian, nilai tinggi muka air tanah yang terukur berada pada kisaran 13–15 cm. Pada metode pengukuran manual, waktu yang dibutuhkan relatif lebih lama, yaitu antara 2 hingga 10 menit, dengan nilai rata-rata waktu pengukuran sebesar 5 menit dan nilai rata-rata tinggi muka air tanah sebesar 14 cm. Sementara itu, pada pengukuran otomatis menggunakan sistem berbasis ESP32 dan sensor ultrasonik, waktu pengukuran jauh lebih singkat, yaitu sekitar 3 detik, dengan nilai rata-rata tinggi

muka air tanah sebesar 13 cm. Seluruh hasil pengukuran baik secara manual maupun otomatis menunjukkan kondisi lahan berada dalam kategori stabil. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem TMAT otomatis mampu bekerja dengan baik, stabil, dan konsisten, serta lebih efisien dibandingkan metode manual dalam memantau tinggi muka air tanah.

Tabel 5.5 Pengujian Keseluruhan pengukuran TMAT Saat kering

Pengujian manual dan otomatis TMAT kondisi Stabil						
Percobaan	MANUAL			OTOMATIS		
	waktu	Nilai yang di dapat	kondisi	waktu	Nilai yang di dapat	kondisi
Percobaan 1	5 menit	28cm	Kering	3 detik	28cm	Kering
Percobaan 2	5 menit	28cm	Kering	3 detik	28cm	Kering
Percobaan 3	5 menit	28cm	Kering	3 detik	29cm	Kering
Percobaan 4	8 menit	26cm	Kering	3 detik	29cm	Kering
Percobaan 5	8 menit	27cm	Kering	3 detik	28cm	Kering
Percobaan 6	6 menit	27cm	Kering	3 detik	29cm	Kering
Percobaan 7	5 menit	26cm	Kering	3 detik	29cm	Kering
Percobaan 8	5 menit	27cm	Kering	3 detik	28cm	Kering
Percobaan 9	5 menit	26cm	Kering	3 detik	28cm	Kering
Percobaan 10	5 menit	28cm	Kering	3 detik	28cm	Kering
Rata – rata :	5 menit	28cm	kering	3 detik	28cm	Kering

Hasil pengujian sistem TMAT dilakukan sebanyak 10 kali percobaan dengan membandingkan metode pengukuran manual dan otomatis pada pipa dengan tinggi 50 cm. Pengujian dilakukan pada kondisi lahan stabil dengan kriteria tinggi muka air tanah berada pada rentang ≥ 20 cm yang dikategorikan sebagai kondisi kering. Berdasarkan hasil pengujian, nilai tinggi muka air tanah yang terukur berada pada kisaran 26–29 cm. Pada metode pengukuran manual, waktu yang dibutuhkan relatif lebih lama, yaitu antara 5 hingga 8 menit, dengan nilai rata-rata waktu pengukuran sebesar 5 menit dan nilai rata-rata tinggi muka air tanah sebesar 28 cm. Sementara

itu, pada pengukuran otomatis, waktu pengukuran jauh lebih singkat, yaitu sekitar 3 detik, dengan nilai rata-rata tinggi muka air tanah yang diperoleh juga sebesar 28 cm. Seluruh hasil pengukuran baik manual maupun otomatis menunjukkan kondisi lahan dalam kategori kering. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem TMAT otomatis mampu bekerja dengan baik dan stabil, dan memiliki tingkat akurasi yang sebanding dengan metode manual namun dengan efisiensi waktu yang jauh lebih tinggi.

Tabel 5.6 Pengujian Keseluruhan pengukuran TMAT Saat banjir

Pengujian manual dan otomatis TMAT kondisi Stabil						
Percobaan	MANUAL			OTOMATIS		
	waktu	Nilai yang di dapat	kondisi	waktu	Nilai yang di dapat	kondisi
Percobaan 1	2 menit	0,1cm	Banjir	3 detik	0,3cm	Banjir
Percobaan 2	2 menit	0,3cm	Banjir	3 detik	0,3cm	Banjir
Percobaan 3	2 menit	0,2cm	Banjir	3 detik	0,3cm	Banjir
Percobaan 4	3 menit	0,2cm	Banjir	3 detik	0,2cm	Banjir
Percobaan 5	4 menit	0,3cm	Banjir	3 detik	0,3cm	Banjir
Percobaan 6	4 menit	0,1cm	Banjir	3 detik	0,1cm	Banjir
Percobaan 7	2 menit	0,2cm	Banjir	3 detik	0,2cm	Banjir
Percobaan 8	5 menit	0,3cm	Banjir	3 detik	0,3cm	Banjir
Percobaan 9	4 menit	0,4cm	Banjir	3 detik	0,3cm	Banjir
Percobaan 10	2 menit	0,4cm	Banjir	3 detik	0,3cm	Banjir
Rata – rata :	2 menit	0,4cm	Banjir	3 detik	0,3cm	Banjir

Hasil pengujian sistem TMAT dilakukan sebanyak 10 kali percobaan dengan membandingkan metode pengukuran manual dan otomatis pada pipa dengan tinggi 50 cm. Pengujian dilakukan pada kondisi banjir, yaitu ketika tinggi muka air tanah berada pada kisaran 0 cm. Berdasarkan hasil pengujian, nilai tinggi muka air tanah yang terukur berada pada rentang 0,1 cm hingga 0,4 cm. Pada metode pengukuran manual, waktu yang dibutuhkan relatif lebih lama, yaitu antara 2 hingga 5 menit,

dengan nilai rata-rata waktu pengukuran sebesar 2 menit dan nilai rata-rata tinggi muka air tanah sebesar 0,4 cm. Sementara itu, pada pengukuran otomatis, waktu pengukuran jauh lebih singkat, yaitu sekitar 3 detik, dengan nilai rata-rata tinggi muka air tanah sebesar 0,3 cm. Seluruh hasil pengukuran baik secara manual maupun otomatis menunjukkan kondisi lahan berada dalam kategori banjir. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem TMAT otomatis mampu bekerja dengan baik dan stabil dalam mendeteksi kondisi banjir, serta memiliki efisiensi waktu yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode pengukuran manual.

Berdasarkan hasil pengujian sistem TMAT yang dilakukan pada tiga kondisi muka air tanah, yaitu kondisi banjir, stabil, dan kering, dapat disimpulkan bahwa sistem TMAT otomatis mampu bekerja secara akurat, stabil, dan konsisten dalam memantau tinggi muka air tanah. Pada kondisi banjir, tinggi muka air tanah terukur berada pada kisaran 0,1–0,4 cm dan seluruh pengukuran menunjukkan status banjir, sedangkan pada kondisi stabil nilai pengukuran berada pada rentang 10–15 cm dengan hasil yang konsisten antara metode manual dan otomatis. Sementara itu, pada kondisi kering, tinggi muka air tanah terukur berada pada kisaran ≥ 20 cm, yang seluruhnya terklasifikasi sebagai kondisi kering. Dibandingkan dengan metode manual yang membutuhkan waktu pengukuran antara 2 hingga 10 menit, sistem otomatis mampu melakukan pengukuran secara cepat dengan waktu rata-rata sekitar 3 detik tanpa perbedaan hasil yang signifikan. Dengan demikian, sistem TMAT otomatis terbukti lebih efisien dari segi waktu.