

Prototype of Moisture Content Meter in Grain Using ESP32 Based in Spreadsheet

[Prototipe Alat Pengukur Kadar Air Pada Gabah Menggunakan ESP32 Berbasis Spreadsheet]

Mochammad Derian Ramadhan¹⁾, Arief Wisaksono^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: ariefwisaksono@umsida.ac.id

Abstract. Following harvesting, the rice is removed from the stalk and referred to as grain, which will then be dried. To decide whether the grain is suitable for processing and the quality of the water content of the grain, users must measure the water content of the grain. An effective and efficient measurement and database storage tool is required. Research and Development approach was employed in this study. In this experiment, a Google spreadsheet was used as the database storage and a capacitive soil moisture sensor. To determine whether the capacitive soil moisture sensor functions correctly and precisely, it is also calibrated using traditional measurement tools. The test results indicate that every component functions as intended and displays an error number of less than 1. The sample reading data will be uploaded to a Google spreadsheet database, enabling users to view the data records in real time and in detail.

Keywords – Grain; Moisture Content; Soil Moisture Capacitive Sensor; Monitoring; Google Spreadsheet

Abstrak. Setelah dipanen, beras akan dipisahkan dari tangkainya dan disebut sebagai gabah, yang kemudian akan dikeringkan. Untuk memutuskan apakah gabah tersebut layak untuk diproses dan kualitas kadar air gabah, pengguna harus mengukur kadar air gabah. Untuk itu diperlukan alat pengukuran dan penyimpanan database yang efektif dan efisien. Pendekatan Penelitian dan Pengembangan digunakan dalam penelitian ini. Dalam percobaan ini, spreadsheet Google digunakan sebagai penyimpanan basis data dan sensor kelembaban tanah kapasitif. Untuk menentukan apakah sensor kelembaban tanah kapasitif berfungsi dengan benar dan tepat, sensor ini juga dikalibrasi menggunakan alat pengukuran tradisional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap komponen berfungsi sebagaimana mestinya dan menampilkan angka kesalahan kurang dari 1. Data pembacaan sampel akan diunggah ke basis data Google spreadsheet, sehingga pengguna dapat melihat catatan data secara real time dan detail.

Kata Kunci – Gabah; Kadar air; Sensor Capacitive Soil Moisture; Monitoring; Google Spreadsheet

I. PENDAHULUAN

Negara Indonesia sendiri terkenal sebagai negara agraris, negara agraris merupakan negara yang terkenal sebagian penduduknya berprofesi di sektor pertanian, hal ini tidak terlepas dari negara Indonesia yang memiliki populasi penduduk yang mengkonsumsi makanan pokok yakni beras [1] [2]. Beras merupakan bentuk hasil pertanian yang berasal dari butiran padi yang dimana padi tersebut akan dipisahkan dari tangkainya dan biasanya disebut dengan gabah kemudian dipisahkan dengan sekamnya dan akan berbentuk menjadi beras [3].

Berdasarkan data PDB (Produk Domestik Bruto) atas harga berlaku dan harga konstan lapangan usaha menunjukkan bahwa subsektor pertanian termasuk salah satu penyumbang PDB yang cukup tinggi selain itu, kontribusi dari subsektor pertanian, perkebunan, dan kehutanan setiap tahunnya mengalami peningkatan. Sedangkan, berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia pada tahun 2022 mencatat luas panen padi diperkirakan sebesar 10.452 672 (ha) selanjutnya untuk total hasil produksi tercatat 54,748,977 (ton), dengan hal tersebut dapat terlihat bahwa tingkat produksi padi di Indonesia sendiri sangat melimpah. Hal itu menjadikan alasan untuk pemerintah senantiasa meningkatkan pembangunan pada sektor pertanian khususnya subsektor tanaman pangan dikarenakan tanaman pangan terutama tanaman padi sangat penting untuk menunjang kehidupan masyarakat Indonesia [4] [5].

Penduduk di Indonesia tidak terlepas dari segala kebutuhan pangan guna untuk memenuhi nutrisi pada tubuh masing-masing individu. Dalam pemenuhan nutrisi tubuh kita juga memerlukan nutrisi karbohidrat yang salah satunya didapatkan pada nasi [6] [7]. Proses setelah panen padi kebanyakan para petani di Negara Indonesia masih menggunakan metode manual untuk mengeringkan gabah yang telah dipanen [8]. Gabah akan dijemur dibawah terik matahari dalam waktu tertentu hingga menghasilkan gabah yang kering cuaca juga sangat berpengaruh pada proses penjemuran [9]. Dalam proses ini para petani masih mengandalkan panca indra manusia yang relatif dan kurang akurat sehingga tidak adanya standar nilai untuk menentukan kering atau tidaknya padi atau gabah tersebut, menurut Umar (2011) standar kadar air pada gabah yang akan diolah menjadi beras berkisar 13-14% [10]. permasalahan ini dapat memicu baik atau buruknya kualitas benih padi dan kualitas beras yang dihasilkan. Menurut Salvatierra-Rojas (2017) pengeringan yang kurang maksimal dapat berdampak buruk pada kualitas gabah. Menurut Sahari (2018) proses pengeringan gabah yang kurang maksimal mengakibatkan kualitas beras putih serta hasil beras kepala. Menurut Badan

Standarisasi Nasional (2015) Jika gabah dikeringkan terlalu berlebihan beras yang dihasilkan akan hancur sebaliknya jika gabah yang kurang kering beras yang dihasilkan akan retak-retak [11].

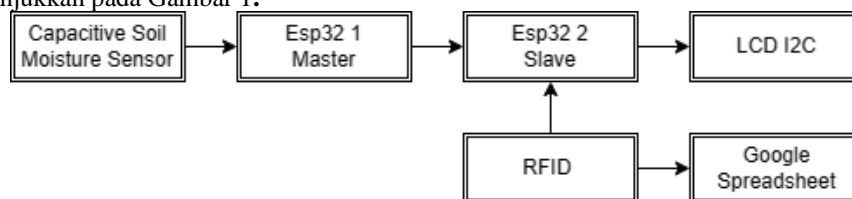
Oleh karena itu perlu adanya keseimbangan dan peningkatan dalam laju hasil pengelolaan di lingkup pertanian pangan, salah satu bentuk upaya peningkatan yakni perlu adanya alat yang mampu untuk memantau kadar air pada gabah [12]. “MONITORING ALAT PENGUKUR KADAR AIR GABAH MENGGUNAKAN Esp32 BERBASIS SRPEADSHEET” pemantauan kadar air pada gabah sangat penting dalam meningkatkan efisiensi dan hasil pengelolaan di lingkup pertanian pangan. Kadar air yang tepat dalam gabah dapat berdampak pada kualitas hasil panen dan penyimpanan. Salah satu cara untuk meningkatkan pemantauan kadar air pada gabah adalah dengan menggunakan alat atau teknologi yang dapat memberikan informasi real-time dan akurat. Alat ini nantinya akan dikontrol menggunakan Esp32 sebagai mikrokontrolernya dan menggunakan sensor kapasitif Soil Moisture untuk mengukur kadar air pada sample, Jumlah kadar air pada gabah nantinya akan ditampilkan pada LCD dan data dikirim pada Google Spreadsheet dengan menggunakan koneksi internet [13]. Dengan menunjukkan kelembaban sample gabah dalam persentase nilai angka mulai dari 0% - 100% apabila tidak ada koneksi Wi-Fi data tidak dapat dikirim ke Google Spreadsheet akan tetapi alat masih mampu bekerja dengan disediakan LCD I2C untuk meantau secara manual. Dengan perkembangan teknologi IoT, sistem pemantauan kadar air pada gabah dapat mencapai tingkat kedalaman dan keakuratan yang sulit dicapai oleh metode tradisional. Ini membuka pintu bagi transformasi signifikan dalam efisiensi pertanian dan memberikan petani alat yang lebih kuat untuk pengambilan keputusan yang menggunakan spreadsheet juga mudah untuk diakses dengan *smartphone*, laptop, komputer, dll [14] [13]. Hal ini dimanfaatkan untuk memonitoring sample data secara *real time* dari gabah yang akan memudahkan kita untuk mengetahui kadar air pada kualitas masing-masing sampel sehingga dapat mempermudah informasi dengan baik, efisien dan akurat [15] [16] [17]. Alat yang akan di buat dalam penelitian ini diharapkan nantinya mampu mendeteksi kadar air pada gabah dan dapat meningkatkan kualitas bahan pokok. Hal ini juga dapat menjadi salah satu alternatif bagi konsumen yang kurang peduli mengenai kandungan gizi dalam bahan pangan dan kasus pasca panen yang terjadi dilingkungan sekitar.

II. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan riset dan pengembangan (*RnD*) dalam studi ini, dipakai untuk memperbaharui serta mengembangkan penelitian sebelumnya. Pendekatan ini melibatkan analisis mendalam terhadap penelitian-penelitian terdahulu guna melakukan perbaikan dan inovasi, dengan tujuan menghasilkan temuan yang efektif dan bermanfaat bagi masyarakat secara lebih luas [18]. Bab ini mencakup tiga langkah, yakni pembuatan diagram blok, penyusunan flowchart, dan perancangan wiring diagram yang akan diimplementasikan [19]. Pada suatu penelitian dan pengembangan tahapannya adalah sebuah siklus yang berisi tentang kajian penelitian tentang produk yang dikembangkan dari penelitian sebelumnya pembuatan prototipe yang berfungsi secara optimal sehingga memberikan manfaat yang signifikan bagi masyarakat secara luas [20] [21].

A. Blok Diagram

Diagram blok penelitian dibuat untuk memudahkan dalam perancangan dan pembuatan alat, diagram blok pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram

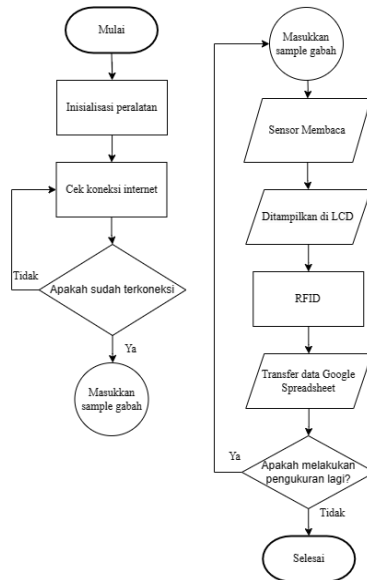
Pada Gambar 1. perangkat keras terdiri dari 5 bagian yakni Sensor Capacitive soil moisture, 2 Mikrokontroler; Esp32 Master, Esp32 Slave, RFID, dan LCD I2C. Pada blok diagram terdapat input dari Sensor Capacitive soil moisture yang berfungsi sebagai pembaca kadar air pada sample yang akan diukur ketika sample terindikasi lembab maka kapasitansi sensor akan meningkat dan sinyal keluaran yang dihasilkan berupa sinyal analog yang akan diolah pada Esp32 Master menjadi sinyal digital dengan melalui proses ADC dan hasil dari sinyal digital akan dikonversikan berupa bentuk.

Sebagai pengolah data terdapat 2 mikrokontroler Esp32, yakni Esp32 Master (pengirim) dan Esp32 Slave (penerima). Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan proses pembacaan data dan pengiriman data pada database Google Spreadsheet agar masing masing komponen mampu bekerja dengan optimal dan meminimalisir proses transfer data agar tidak terlalu lama.

Terdapat 2 output LCD I2C dan RFID, kedua komponen tersebut berfungsi sebagai penerima hasil keluaran sinyal yang diperoleh dari sensor berupa sinyal konversi serial yang akan dikirim dan ditampilkan pada LCD I2C, untuk proses pengiriman data pada Google spreadsheet diperlukan koneksi Wi-Fi dan tindakan tap ID Card pada RFID lalu sinyal akan diolah pada Esp32 Slave data akan terkirim pada sebuah database yang telah disiapkan.

B. Diagram Alir

Flowchart merupakan diagram alir penelitian dari awal proses hingga akhir yang dibuat guna memudahkan pelaksanaan penelitian.

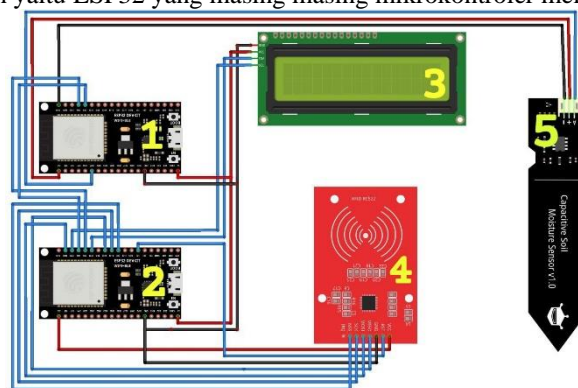


Gambar 2. Diagram Alir

Pada Gambar 2 Flowchart dimulai dengan tahapan pengecekan seluruh alat lalu setelah itu mengecek koneksi Wi-Fi Ketika sudah terkoneksi layer LCD akan menampilkan peringatan “connected” jika telah tersambung lalu penempatan sample pada bak alat, yang kemudian sensor capacitive Soil moisture akan membaca kadar air pada sample pengujian pada proses ini pastikan sensor tertancap penuh pada probe sensor, setelah itu Esp32 akan memproses data untuk ditampilkan pada LCD I2C dan Tap ID Card (pemilik sample) data akan ditransfer kedalam Google Spreadsheet, apabila belum terkoneksi maka data tidak dapat dikirim pada database Google Spreadsheet. pembacaan sample kadar air dengan presentase 0% - 100%. Apabila ingin melakukan pengukuran kembali maka ulangi langkah seperti yang telah di anjurkan pada Gambar 2.

C. Diagram Pengkabelan

Wiring diagram pada Gambar 3. merupakan rangkaian pengkabelan yang digunakan pada penelitian ini, pada gambar tersebut terlihat seluruh komponen yang digunakan sebagai input dan output dihubungkan oleh 2 mikrokontroler yang digunakan yaitu ESP32 yang masing masing mikrokontroler memiliki fungsi yang berbeda beda.



Gambar 3. Diagram Pengkabelan

Pada Gambar 3. terdapat beberapa komponen yang digunakan beserta kegunaannya sebagai berikut :

1. Esp32 (1) Master: Digunakan sebagai pengirim data hasil pembacaan sensor dan data hasil pengolahan akan ditransfer pada Esp32 slave dengan menghubungkan Pin RX dan pin TX.
2. Esp32 (2) Slave: Digunakan untuk menerima dan mengolah data hasil pengiriman dari dari Esp32 master. Data yang diterima akan diolah kembali lalu ditampilkan pada LCD ketika terdapat sinyal dari RFID dengan tap ID card maka mikrokontroler ini akan bekerja dan mengirim data pada Google dspreadsheet.
3. LCD I2C: digunakan untuk menampilkan keterangan koneksi dan hasil pembacaan kadar air pada sample.
4. RFID: Digunakan untuk mengirim data hasil pembacaan ke google spreadsheet dengan cara tap ID Card (pengguna sample) yang telah disiapkan.
5. Capacitive Soil Moisture Sensor: sensor ini digunakan untuk membaca kadar air pada sample (gabah).

Alamat pin pada mikrokontroler master dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1. Penggunaan pin Esp32 Master

No	Pin Esp32 Master	Penggunaan
1	GND	GND (Capacitive Soil Moisture)
2	3V3	VCC (Capacitive Soil Moisture)
3	D35	Aout (Capacitive Soil Moisture)
4	5V	VIN Esp32 Slave
5	GND	GND Esp32 Slave
6	TX	RX Esp32 Slave
7	RX	TX Esp32 Slave

Alamat pin pada mikrokontroler slave dapat dilihat pada tabel 2:

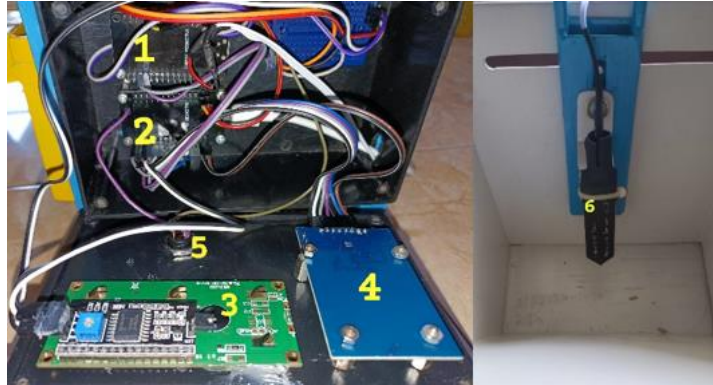
Tabel 2. Penggunaan pin Esp32 Slave

No	Pin Esp32 Slave	Penggunaan
1	5V	VCC LCD I2C
2	GND	GND LCD I2C
3	D21	SDA LCD I2C
4	D22	SCL LCD I2C
5	D5	SDA RFID
6	D18	SDA RFID
7	D23	MOSI RFID
8	D19	MISO RFID
9	GND	GND RFID
10	D4	RST RFID
11	3,3V	3,3V RFID
12	VIN	5V Esp32 Master
13	GND	GND Esp32 Master

Perancangan ini terdiri dari lima bagian utama, yakni sensor Capacitive soil moisture, Esp32 (Master), Esp32 (Slave), RFID, dan LCD I2C. Pada diagram penghubung, komponen Sensor kelembaban tanah kapasitif berfungsi untuk membaca kadar air pada sample , Esp32 (1) berfungsi sebagai Master pengirim data yang telah diolah ke Esp32 (2) penerima. Setelahnya, komponen RFID, LCD I2C, dan Esp32 (2) bertindak sebagai Slave atau penerima sinyal. Sensor kelembaban tanah kapasitif menghasilkan sinyal keluaran analog, yang selanjutnya diubah menjadi sinyal ADC (Analog-to-Digital Converter) pada Esp32 Master. Hasil dari sinyal digital ini kemudian diubah menjadi bentuk serial dan dikirim sebagai output dari Esp32 (Master) ke Esp32 (Slave). Data yang diterima dari Esp32 Slave akan diolah kembali untuk menampilkan informasi pada LCD. Selain itu, RFID berkomunikasi dengan Esp32 Slave, untuk mengirimkan sinyal yang kemudian dikirimkan ke Google Spreadsheet saat membaca ID card yang dipresentasikan pada modul RFID.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian prototipe alat pengukur kadar air gabah berbasis Esp32 terintegrasi spreadsheet yang telah dilakukan dapat dilihat pada gambar, seluruh komponen yang digunakan akan diberi penomoran sebagai berikut: 1. Esp32 1 (Master), 2. Esp32 2 (Slave), 3. LCD I2C, 4. RFID, 5. Push Button (ON/OFF), 6. Sensor capacitive soil moisture.



Gambar 4. Realisasi Komponen



Gambar 5. Prototipe Tampak Depan

Cara mengoperasikan prototype sebagai berikut:

1. Sambungkan kabel USB ke adaptor / power supply 5V DC.
2. Nyalakan alat dengan menekan push button (on/off)
3. Pastikan alat sudah terkoneksi jaringan internet Wi-Fi guna nantinya data dapat ditransfer ke Google Spreadsheet
4. Masukkan 1 sample gabah kedalam bak alat.
5. Tancapkan sensor capacitive soil moisture ke sample pada bak alat.
6. Kadar air sample gabah yang telah diukur akan ditampilkan pada LCD I2C.
7. Tap ID Card pada sensor RFID, untuk mengirim data hasil pembacaan ke google spreadsheet.
8. Untuk proses perbandingan dengan alat konvensional tancapkan probe Grain Moisture meter pada sample, ukur kadar air sample sebanyak 5 kali pengukuran dan catat hasil pengukuran secara manual.

A. Uji Esp32 dengan koneksi Wi-Fi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu untuk mengkoneksikan antara mikrokontroler Esp32 dengan jaringan internet Wi-Fi.



Gambar 6. Uji Koneksi Esp32 Dengan Koneksi Wi-Fi

Pada Gambar 6 terlihat pada layar LCD I2C terdapat keterangan “Connecting to Google”, pengujian ini dilakukan dengan mengukur berapa lama waktu untuk menghubungkan antara mikrokontroller Esp32 dengan koneksi internet pada Wi-Fi. Pengukuran durasi waktu menggunakan stopwatch pada ponsel dan hasil koneksi akan dicatat.

Tabel 3. Pengujian Esp32 Dengan Koneksi Wi-Fi

Pengujian Ke-	Wi-Fi Esp32		Akurasi
	Kondisi	Waktu / Detik	
1	Tersambung	5	Sedang
2	Tersambung	5	Sedang
3	Tersambung	6	Sedang
4	Tersambung	6	Sedang
5	Tersambung	5	Sedang

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa pengujian Esp32 dengan koneksi Wi-Fi sebanyak 5 kali, dengan menggunakan jaringan Wi-Fi di sebuah rumah. pengujian didapatkan hasil dalam kondisi terkoneksi dalam jangka waktu didapatkan hasil rata-rata 5,4 detik dengan akurasi sedang. perubahan kecepatan koneksi terjadi karena beberapa faktor yang dapat mempengaruhi seperti jarak jangkauan dari sinyal dan dari konsumen yang sedang menggunakan akses Wi-Fi. pengujian durasi kecepatan Wi-Fi juga berguna pada saat proses pengiriman data dari Esp32 ke Google Spreadsheet.

B. Uji Esp32 dengan koneksi Google Spreadsheet

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah proses pengiriman data hasil pembacaan ke google spreadsheet berhasil.

1	Date	Time	Name	Moisture (%)
2	03/12/2023	14:41:18	Suryadi	13
3	03/12/2023	14:39:51	Suryadi	13
4	03/12/2023	14:39:38	Suryadi	13
5	03/12/2023	14:39:14	Suryadi	13
6	03/12/2023	14:39:08	Suryadi	12
7	03/12/2023	14:37:09	Punwanto	15
8	03/12/2023	14:37:03	Punwanto	15
9	03/12/2023	14:36:20	Punwanto	15
10	03/12/2023	14:35:32	Punwanto	16
11	03/12/2023	14:34:28	Punwanto	16
12	03/12/2023	14:32:41	Tohaini	17
13	03/12/2023	14:31:54	Tohaini	17
14	03/12/2023	14:31:24	Tohaini	17
15	03/12/2023	14:30:44	Tohaini	16
16	03/12/2023	14:30:01	Tohaini	16
17	03/12/2023	14:27:21	Chamidun	13
18	03/12/2023	14:25:30	Chamidun	12
19	03/12/2023	14:25:00	Chamidun	12
20	03/12/2023	14:23:52	Chamidun	13
21	03/12/2023	14:23:12	Chamidun	12
22	03/12/2023	14:21:24	Misto	12
23	03/12/2023	14:21:10	Misto	12
24	03/12/2023	14:19:31	Misto	12
25	03/12/2023	14:19:01	Misto	12
26	03/12/2023	14:16:52	Misto	11

Gambar 7. Pengujian Pengiriman Data Ke Google Spreadsheet

Pada Gambar 7. terlihat bahwa hasil pengiriman dari pembacaan sample menggunakan nama dari pemilik sample gabah, kecepatan koneksi internet dari Wi-Fi juga sangat berpengaruh untuk pengiriman data hasil pembacaan.

C. Uji RFID-RC522

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan komponen RFID-RC522 bekerja dengan baik. Pengujian yang dilakukan dengan tap kartu pada sensor RFID-RC522.



Gambar 8. Pengujian ID Card Dengan Sensor RFID-RC522

Pada gambar 8 pengujian dilakukan dengan menggunakan kartu yang telah diberi nama sesuai pemilik sample gabah yang akan diuji, hal ini bertujuan untuk mengetahui dan memudahkan pengguna untuk melihat data hasil pembacaan di google spreadsheet.

Tabel 4. Pengujian Esp32 dengan RFID-RC 522

Pengujian Ke-	RFID-RC522		Presentase Sukses%
	ID Card Pengguna	Jarak (Cm)	
1	Misto	1	100
2	Chamidun	1	100
3	Tohairi	1	100
4	Purwanto	1	100
5	Suryadi	1	100

Pada tabel 4 pengujian dilakukan selama 5 kali dengan jarak 1 Cm dengan keberhasilan presentase sebesar 100%, penggunaan ID Card sebagai identitas pemilik sample yang akan akan diuji. Kartu akan di tap pada sensor RFID-RC522 untuk membaca informasi pada ID Card, setelahnya informasi ID card akan diproses pada Esp32 Slave dan data akan ditransfer ke Google Spreadsheet. dalam pengujian ini kita ambil jarak kurang lebih 1 Cm selain kemudahan karena jarak optimal untuk membaca dan memastikan secara akurat.

D. Uji Sensor Capacitive Soil Moisture dengan Grain Moisture Meter

Pengujian ini dilakukan apakah sensor mampu membaca kadar air pada sample gabah dan dikalibrasikan menggunakan Grain moisture meter, sebagai perbandingan apakah sensor mampu bekerja dengan baik.

**Gambar 9.** Pengukuran Kadar Air Pada Sample

Pada Gambar 9 pengukuran kadar air sample gabah dengan menggunakan sensor capacitive soil moisture dan alat ukur konvensional (grain moisture meter), hal ini bertujuan untuk mengetahui sensor mampu bekerja dengan baik. Pada saat kalibrasi didapatkan nilai perbandingan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kalibrasi Pengujian Sensor Dengan Alat Ukur Konvensional

No.	Pemilik Sample (ID Card)	Pengujian Ke-	Kadar Air (%)		Error (%)
			Capacitive soil moisture	Grain moisture meter	
1.	Misto	1	11	12,0	1
		2	12	12,2	0,2
		3	12	12,5	0,5
		4	12	12,0	0
		5	12	12,6	0,6
Rata-Rata			11,8	12,26	0,46

2.	Chamidun	1	12	13,0	1
		2	13	12,0	1
		3	12	12,6	0,6
		4	12	12,2	0,2
		5	13	12,2	0,2
Rata-Rata			12,4	12,4	0,6
3.	Tohairi	1	16	16,5	0,5
		2	16	16,5	0,5
		3	17	16,0	1
		4	17	16,2	0,8
		5	17	16,0	1
Rata-Rata			16,6	16,24	0,76
4.	Purwanto	1	16	15,5	0,5
		2	16	15,6	0,4
		3	15	16,0	1
		4	16	15,8	0,2
		5	15	15,6	0,6
Rata-Rata			15,6	15,7	0,54
5.	Suryadi	1	12	12,8	0,8
		2	13	12,5	0,5
		3	13	12,5	0,5
		4	13	12,8	0,2
		5	13	12,8	0,2
Rata-Rata			12,8	12,68	0,44

Pada tabel 6 pengujian dilakukan untuk menilai akurasi sensor capacitive soil moisture dalam mengukur tingkat kadar air gabah. Alat konvensional (grain moisture meter) digunakan sebagai pembandingan untuk mengukur tingkat kadar air gabah secara manual. Pengujian dilakukan pada satu sample dari seorang pemilik, diuji sebanyak 5 kali. Data dari alat konvensional dicatat secara manual, untuk data dari sensor diambil melalui pengiriman ke Google Spreadsheet. Nilai error rata-rata dihitung untuk mengevaluasi sejauh mana perbedaan antara hasil pengukuran sensor dan alat konvensional. Perbedaan hasil antara sensor dan alat konvensional dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti penyimpanan gabah dan proses pengeringan. Meskipun terdapat perbedaan, tingkat nilai error yang <1 menunjukkan bahwa sensor memiliki akurasi yang baik dan tidak jauh berbeda dengan alat ukur konvensional. Rentang nilai error dari 0,6 hingga 0,76 menunjukkan bahwa sensor capacitive soil moisture memiliki sensitivitas yang baik dalam mengukur tingkat kelembaban tanah. Dengan tingkat nilai error yang relatif kecil, dapat disimpulkan bahwa sensor capacitive soil moisture memiliki akurasi yang memadai dan dapat diandalkan dalam mengukur tingkat kadar air gabah. Penggunaan sensor capacitive soil moisture ini dapat memberikan keuntungan dalam memonitor dan mengukur tingkat kadar air gabah dengan cara yang lebih otomatis dan terintegrasi.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa tiap komponen mampu bekerja dengan baik, meskipun terdapat selisih perbedaan dari setiap percobaan durasi waktu akan tetapi tidak terlalu banyak, hal ini disebabkan jarak jangkauan dari koneksi Wi-Fi yang agak jauh dan pemakaian beberapa konsumen ini juga menjadi pengaruh dari kecepatan koneksi Wi-Fi yang digunakan. Jika koneksi yang lambat juga berpengaruh terhadap transfer data pada Google spreadsheet maka akan terjadi kelambatan pula. Jika tidak ada koneksi Wi-Fi data hasil pembacaan hanya ditampilkan pada LCD I2C tidak dapat ditransfer ke Google Spreadsheet.

Desain dengan dua mikrokontroler dapat memberikan fleksibilitas dan kemudahan pemeliharaan, penggunaan 2 mikrokontroler berfungsi untuk Master (pengirim) dan Slave (penerima) data hasil pengukuran, bertujuan untuk memaksimalkan pengiriman data dan pembacaan data pada sample, Hal ini dapat mengoptimalkan waktu dan memaksimalkan efisiensi sistem, terutama dalam kasus pengukuran yang membutuhkan pemrosesan dan pemantauan secara bersamaan. Pada saat pengujian didapatkan hasil yang normal meskipun kecepatan koneksi berubah-ubah.

Pada hasil pengujian sensor Capacitive Soil Moisture dengan penyimpanan database menggunakan Google Spreadsheet yang dikalibrasikan dengan alat ukur konvensional (Grain Moisture Meter), pada saat pengujian dibutuhkan 5 sample dari 5 pemilik gabah (petani) dengan proses pengujian 1 sampelnya diuji selama 5 kali pengujian,

hal ini bertujuan untuk mengetahui akurasi dari sensor dan alat konvensional. Data dari alat konvensional dicatat secara manual, untuk data dari sensor diambil melalui pengiriman dari Google Spreadsheet. Setelah itu data akan direkap dan dihitung perbandingan nilai error dari setiap pengujian. Hasil yang telah didapatkan cukup akurat dengan nilai error <1. Dengan demikian maka dalam pengujian ini sensor *capacitive soil moisture* dapat dikatakan berhasil untuk mengukur kadar air pada sample gabah.

Hasil yang diperoleh dari pembacaan ini yang memiliki kadar air belum sesuai standarisasi untuk dianjurkan dijemur / dikeringkan kembali ataupun memperhatikan penyimpanan gabah ditempat yang kering, untuk mendapatkan nilai kadar air yang sesuai regulasi / standarisasi yang siap diolah lebih lanjut. Apabila hasil dari pengolahan gabah yang baik maka akan memberikan keuntungan juga dampak positif bagi petani dan akseptabilitas pasar jual.

Pengujian ini dilakukan ditempat teduh dan kering dikarenakan prototipe merupakan sebagian rancangan elektronika yang tidak boleh terkena air ataupun basah. Pengujian ini hanya digunakan untuk gabah yang siap diolah menjadi beras sehingga pengukuran hanya diberlakukan untuk sample kering Penting untuk memperhatikan kondisi lingkungan tempat prototipe diuji cobakan dan memastikan bahwa parameter pengujian sesuai dengan kebutuhan spesifik aplikasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan rendah hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada para editor dan pembaca atas kritik, saran, dan dukungan yang diberikan untuk artikel ini. Juga, penghargaan setinggi-tingginya disampaikan kepada semua yang terlibat dalam penelitian ini. Semoga artikel ini memberikan manfaat bagi pembaca dan memberikan kontribusi positif dalam bidangnya. Terima kasih atas kerjasama dan kontribusi berharga dari semua pihak yang terlibat.

REFERENSI

- [1] Q. Ayun, S. Kurniawan, and W. A. Saputro, "Perkembangan Konversi Lahan Pertanian Di Bagian Negara Agraris," *Vigor J. Ilmu Pertan. Trop. Dan Subtrop.*, vol. 5, no. 2, pp. 38–44, 2020, doi: 10.31002/vigor.v5i2.3040.
- [2] N. C. Wibawa, H. Ardini, G. Hermawati, R. N. Firdausa, K. B. Anggoro, and R. Wikansari, "Analisis Impor Beras Di Indonesia Dan Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Impor Beras," *J. Econ.*, vol. 2, no. 2, pp. 574–585, 2023, doi: 10.55681/economina.v2i2.337.
- [3] A. Z. Sidiq, I. Kurniawan, and Jejen, "Perancangan Mesin Perontok Padi yang Ekonomis untuk Membantu Petani di Desa Sukarame Tasikmalaya," *Cipangung Techno Pesantren ...*, vol. 16, no. 1, pp. 20–25, 2022.
- [4] Badan Pusat Statistik, "Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Padi Menurut Provinsi 2020-2022," 2022.
- [5] S. I. Kusumaningrum, "Pemanfaatan Sektor Pertanian Sebagai Penunjang Pertumbuhan Perekonomian Indonesia," *J. Transaksi*, vol. 11, no. 1, pp. 80–89, 2019.
- [6] N. Erizon, Irzal, and Yufrizal, "Peningkatan Gairah Pertanian Padi di Kenagarian Andiand Melalui Inovasi Mesin Perontok Padi Sistem Lorong Hembus," *Ilm. Pengabd. Masy.*, vol. 21, no. 3, p. 294, 2021, doi: 10.24036/sb.01670.
- [7] M. M. Tanjung, E. Yulianti, and L. Wahyuningsih, "Pengaruh Negatif Akibat Mengonsumsi Karbohidrat Secara Berlebihan Menurut Alqur ' an dan Hadist," *ISTISYFA J. Islam. Guid. Conseling*, vol. 2, no. 1, pp. 207–214, 2023.
- [8] I. K. W. Gunawan, A. Nurkholis, A. Sucipto, and Afifudin, "Sistem Monitoring Kelembaban Gabah Padi Berbasis Arduino," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.33365/jtikom.v1i1.4.
- [9] D. Kusumawardani, A. Izzudin, N. Hikmah, and A. Sunyoto, "Rancang Bangun Alat Pengereng Gabah Berbasis Arduino UNO," vol. 2, no. 1, pp. 43–47, 2023.
- [10] S. Lestari and F. Kurniawan, "Pemutuan Fisik Gabah dan Beras Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI)," *Agriprima J. Appl. Agric. Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 159–168, 2021, doi: 10.25047/agriprima.v5i2.438.
- [11] S. A. Mukaromah, A. Haryanto, S. Suharyatun, and Tamrin, "Jurnal Agricultural Biosystem Engineering Effect of Raw Rice Moisture Content on the Rice Milling Unit," *J. Agric. Biosyst. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 81–94, 2022.
- [12] M. Arsyad and M. Saud, "Evaluasi Tingkat Kualitas dan Mutu Beras Hasil Penggilingan Padi di Kecamatan Duhiadaa Kabupaten Pohuwato," *J. Pertan. Berkelanjutan*, vol. 8, no. 1, pp. 8–18, 2020.
- [13] R. F. Ashari, A. Wicaksono, I. Sulistiyowati, and A. Ahfas, "Paid Board Prototype With Monitoring Google Sheet," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 3, 2022, doi: 10.21070/pels.v3i0.1308.
- [14] D. Andriyanto, A. Ahfas, and I. Sulistiyowati, "Sistem Monitoring Dan Protection Smart Charger Baterai Mobil Listrik Lithium Ion Berbasis Telegram," *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 5, no. 2, pp. 200–207, 2023, doi: 10.33650/jecom.v5i2.6876.

- [15] A. Wisaksono, Y. Purwanti, N. Ariyanti, and M. Masruchin, "Design of Monitoring and Control of Energy Use in Multi-storey Buildings based on IoT," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 128–135, 2020, doi: 10.21070/jeeeu.v4i2.539.
- [16] A. M. A'afi, Jamaaluddin, and I. Anshory, "Implementasi Sensor Pzem-017 Untuk Monitoring Arus, Tegangan Dan Daya Pada Instalasi Panel Surya Dengan Sistem Data Logger Menggunakan Google Spreadsheet Dan Smartphone," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 191–196, 2022.
- [17] M. R. Faleva, D. B. Santoso, and L. Nulpulaela, "Sistem Monitoring Energi Listrik Pada Kompor Penghasil Listrik Dengan Teknologi Internet of Things (Koliss-Iot)," *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 7, no. 2, p. 857, 2021, doi: 10.25124/jett.v7i2.3191.
- [18] A. Arif and R. Mukhaiyar, "Pengembangan Multimedia Interaktif pada Mata Pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika Kelas X Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMK Muhammadiyah 1 Padang," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, p. 114, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.107717.
- [19] M. I. Hidayatullah and I. Sulistiyowati, "Automatic Roof Design with Based Telegram Case Study On Aviary," vol. 5, no. 2, pp. 239–250, 2023, doi: 10.12928/biste.v5i2.8214.
- [20] E. A. Z. Hamidi, M. R. Effendi, and M. R. Ramdani, "Prototipe Sistem Keamanan Rumah Berbasis Web dan SMS Gateway The Prototype of Home Security System Based on Web and SMS Gateway," *Telka*, vol. 6, no. 1, pp. 56–65, 2020.
- [21] V. A. Safitri, L. Sari, and R. R. Gamayuni, "Research and Development, Environmental Investments, to Eco-Efficiency, and Firm Value," *Indones. J. Account. Res.*, vol. 22, no. 03, pp. 377–396, 2019, doi: 10.33312/ijar.446.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.