

ALAT UKUR KADAR AIR BERAS MENGGUNAKAN RESISTIVE DAN CAPACITIVE SOIL MOISTURE SENSOR BERBASIS ARDUINO UNO

Rustamaji*, Kania Sawitri

Institut Teknologi Nasional Bandung; Jl. P.H.H. Mustofa No. 23 Bandung; (022)7272215

Keywords:

Beras;
Moisture content;
Moisture sensor;
Arduino Uno;
LCD.

Correspondent Email:

rustamaji@itenas.ac.id

Abstrak. Kadar air merupakan salah satu parameter utama dalam menentukan mutu beras. Penelitian ini menyajikan perancangan dan realisasi alat ukur kadar air beras berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Sistem terdiri dari sampel beras dalam wadah plastik, sensor kelembapan tanah resistif (YL-69), sensor kelembapan tanah kapasitif, Arduino Uno (ATmega328) sebagai unit pemroses dan pengendali, serta liquid crystal display (LCD) 16×2 sebagai output. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa Arduino Uno berhasil memproses data masukan dan mengendalikan seluruh perangkat. Sensor resistif dan kapasitif mampu mendeteksi kadar air beras dengan keluaran tegangan analog masing-masing 5,012 s.d 5,062 V dan 2,135 s.d 2,155 V. LCD menampilkan kadar air beras dalam persentase (%) sesuai dengan data yang terdeteksi. Secara keseluruhan, hasil perancangan, implementasi, dan pengujian menunjukkan bahwa alat ukur ini berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.



Copyright © [JITET](#) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. Moisture content is one of the key parameters in determining rice quality. This study presents the design and implementation of a rice moisture content measuring device based on an Arduino Uno microcontroller. The system consists of rice samples in a plastic container, a resistive soil moisture sensor (YL-69), a capacitive soil moisture sensor, the Arduino Uno (ATmega328) as the processing and control unit, and a 16×2 liquid crystal display (LCD) as the output. Experimental results show that the Arduino Uno successfully processes input data and controls all devices. Both resistive and capacitive sensors were able to detect rice moisture content, producing analog voltage outputs of 5.012 to 5.062 V and 2.135 to 2.155 V, respectively. The LCD accurately displayed rice moisture content in percentage (%) according to sensor readings. Overall, the design, implementation, and testing demonstrate that the proposed device performs as expected.

1. PENDAHULUAN

Salah satu hasil pertanian di Indonesia adalah padi yang selanjutnya digiling menjadi beras sebagai bahan makanan pokok sebagian besar rakyat Indonesia [1]. Mutu beras tergantung pada cara pengolahan pasca panen oleh petani dan saat penyimpanan. Salah satu faktor penting yang menentukan mutu beras adalah kadar air-nya. Kadar air gabah yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat

menurunkan mutu beras, menyebabkan banyak beras patah dan rusak saat penggilingan. Kadar air optimum untuk penggilingan adalah sekitar 13%-14% [2]-[3].

Banyak pedagang kurang peduli mengenai kadar air dari beras yang dijualnya, sedangkan konsumen tidak tahu cara membedakan beras mutu tinggi (baik) dengan mutu rendah (jelek) berdasarkan kadar air. Sehingga diperlukan informasi mengenai mutu beras berdasarkan

kadar air. Kadar air beras dapat diukur menggunakan beberapa metode atau perangkat elektronik, seperti dengan: citra digital [4]-[5], *fuzzy c-means* [6], metode *identifikasi K-nearest neighbor (KNN)* [7], metode *identifikasi K-nearest neighbor (KNN)* dan *support vector machine (SVM)* [8], dan metode *K-nearest neighbor* berbasis Android [9]. Terdapat beberapa alat ukur kadar beras, seperti dengan: sensor *load-cell* berbasis Arduino Uno [10], tipe *moisture meter* [11], sensor fotodioda berbasis mikrokontroler [12], *moisture meter* [13], mikrokontroler *ATmega8* [14], *moisture tester* dan *infrared moisture balance* [15], *moisture content meter* [16], *microwave, air oven and moisture meters* [17], *grain probe moisture meter* [18], *moisture tester with bluetooth* [19], *moisture inspection card* [20], *grain moisture meter and moisture detector* [21], *high-frequency moisture meter* [22], *rice grain moisture based on the Near-infrared spectroscopy (NIR)* [23], *moisture meters* [24], *conductance moisture meters* [25], dan *frequency-based capacitance type grain probe moisture meter* [26].

Dikarenakan: (1) penting mengetahui kadar air beras untuk menjaga mutu beras [1]; (2) untuk memudahkan petani, pedagang, dan konsumen mengetahui kadar air beras [1]-[3]; (3) terdapat beragam metode untuk mengetahui kadar air beras [4]-[9], dan beragam alat untuk mengetahui kadar air beras [10]-[26]; dan (4) untuk mendukung penguasaan teknologi alat ukur kadar air beras, yang menjadi dasar penelitian ini untuk dilakukan.

Tujuan penelitian ini untuk menghasilkan “Alat ukur kadar air beras menggunakan *resistive* dan *capacitive soil moisture sensor* berbasis *Arduino Uno*”, yang mempunyai akurasi lebih baik serta mudah digunakan oleh pengguna. Pada penelitian ini, alat ukur kadar air beras yang didesain mempunyai beberapa keunggulan, yaitu: (1) menggunakan mikrokontroler Arduino Uno untuk pemrosesan data dan pengendalian semua divais, (2) dapat bekerja secara otomatis dan angka rata-rata kadar air beras dalam persentase (%) ditampilkan secara langsung pada *liquid crystal display (LCD)*, dan (3) pengukuran lebih akurat karena menggunakan dua jenis sensor kelembapan.

Alat ukur kadar air beras ini, terdiri dari: (1) bagian input berupa dua jenis sensor yaitu

sensor resistif dan kapasitif serta objek yang diukur (berupa beras dalam wadah plastik), (2) bagian pemroses berupa mikrokontroler Arduino Uno, dan (3) bagian output berupa *LCD* yang akan menampilkan kadar air beras dari hasil ukur. Rangkaian yang digunakan pada alat ukur kadar air beras ini, relatif sederhana dan menggunakan divais yang mudah diperoleh di pasar bebas. Lebih lanjut hasil penelitian ini dapat digunakan untuk pengembangan alat ukur kadar air beras, serta dapat juga diimplementasikan pada bidang ilmu lainnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kadar Air Beras

Kadar air beras (*rice moisture content*) adalah persentase kandungan air di dalam butiran beras yang diukur untuk menilai kualitasnya. Kadar air yang optimal, umumnya sekitar 14%, penting agar beras tidak mudah rusak, patah, apek, atau berubah warna, serta memiliki rasa yang pulen saat dimasak [1]-[2].

Menurut SNI 6128:2015 (Standar Nasional Indonesia mengenai mutu beras yang berlaku untuk beras yang diperdagangkan dan dikonsumsi), beras digolongkan ke dalam 4 kelas mutu, yaitu: premium (beras dengan mutu terbaik), mutu 1 (beras dengan mutu baik 1), mutu 2 (beras dengan mutu baik 2), dan mutu 3 (beras dengan mutu baik 3) [3]. Syarat mutu beras, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Beras

Komponen mutu	Satuan	Kelas mutu			
		Pre-mi-um	Medium		
			Mu-tu 1	Mu-tu 2	Mu-tu 3
Derajat sosoh	min.(%)	100	95	90	80
Kadar air	maks.(%)	14	14	14	15
Beras kepala	min.(%)	95	78	73	60
Butir patah	maks.(%)	5	20	25	35
Butir menir	maks.(%)	0	2	2	5
Butir merah	maks.(%)	0	2	3	3
Butir kuning/rusak	maks.(%)	0	2	3	5
Butir kapur	maks.(%)	0	2	3	5
Benda asing	maks.(%)	0	0,02	0,05	0,2
Butir gabah	butir/100 gr	0	1	2	3

(Sumber: SNI 6128:2015 Beras)

Mutu beras berdasarkan parameter kadar air beras dalam angka persentase (%), seperti ditunjukkan pada Tabel 2 [27].

Tabel 2. Keterangan Parameter (Kadar Air) Beras

Kondisi Beras	Range Kadar Air (%)
Kering	0 - 25
Lembab	26 - 50
Basah	51 - 100

2.2. Jenis-jenis Alat Ukur Kadar Air Beras

Terdapat dua jenis alat ukur kadar air beras, yaitu: (1) *hygrometer*, dan (2) *moisture meter*. *Hygrometer* bekerja dengan cara mengukur kelembapan udara di sekitar sampel beras, sehingga pengukurannya bisa bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan, karenanya kurang akurat untuk pengujian kadar air beras. Sedangkan, *moisture meter* bekerja dengan cara mengukur kadar air beras menggunakan sensor khusus, sehingga memberikan hasil yang lebih akurat dan cepat dibandingkan *hygrometer* [28]-[30].

Pada penelitian ini, alat ukur yang didesain adalah jenis *moisture meter* menggunakan 2 jenis sensor (sensor resistif dan kapasitif).

2.3. Perangkat Keras

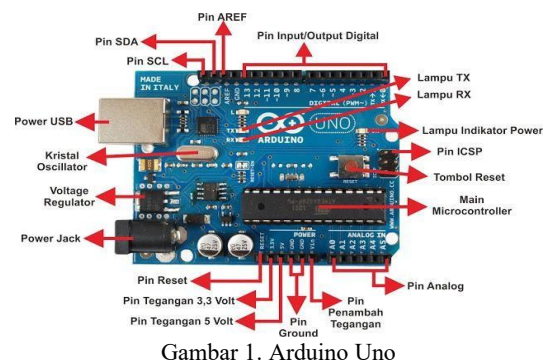
Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini, antara lain:

2.3.1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis *chip ATmega328P*, memiliki 14 digital pin *input/output (I/O)*, dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output *pulse width modulation (PWM)*, 6 pin input analog, menggunakan *crystal* 16 MHz, koneksi *USB*, *jack* elektrik, *header ICSP* dan tombol *reset* [31]-[32]. Spesifikasi Arduino Uno pada penelitian ini seperti ditunjukkan pada Tabel 3 dan Arduino Uno pada Gambar 1 [33].

Tabel 3. Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Operasi	5 volt
Tegangan Input	7-12 volt
Pin I/O Digital	14
Pin Analog	6
Arus <i>dc</i> tiap pin I/O	50 mA
Arus <i>dc</i> ketika 3.3 V	50 mA
Memori <i>flash</i>	32 kB
SRAM	2 kB
EEPROM	1 kB
Kecepatan <i>clock</i>	16 MHz



Gambar 1. Arduino Uno

2.3.2. Sensor Kelembapan Tanah Resistif

Modul sensor kelembapan tanah resistif (*resistive soil moisture sensor*), terdiri dari dua probe yang digunakan untuk mengukur kadar air *volumetric*, juga dapat diaplikasikan untuk mengukur kadar air beras. Kedua probe ini memungkinkan arus mengalir dan kemudian mendapatkan nilai resistansi untuk mengukur kadar air [28]. Modul sensor kelembapan resistif sudah terintegrasi dengan modul *amplifier*, beroperasi pada tegangan antara 3,3 s.d 5 V_{dc}, serta menghasilkan output analog dan digital sehingga dapat dihubungkan langsung ke Arduino Uno [34]-[36]. Modul sensor kelembapan resistif, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Modul Sensor Kelembapan Resistif

2.3.3. Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif

Sensor kelembapan tanah kapasitif (*capacitive soil moisture sensor*) dirancang untuk mengukur kadar air tanah menggunakan teknologi pensensoran kapasitif, juga dapat diaplikasikan untuk mengukur kadar air beras. Sensor kapasitif ini terdiri dari probe untuk mengukur kelembapan beras, dimana probe akan mengukur kapasitansi pada beras yang berubah seiring kelembapan. Modul sensor kapasitif ini sudah terintegrasi dengan *amplifier*, beroperasi pada tegangan antara 3,3

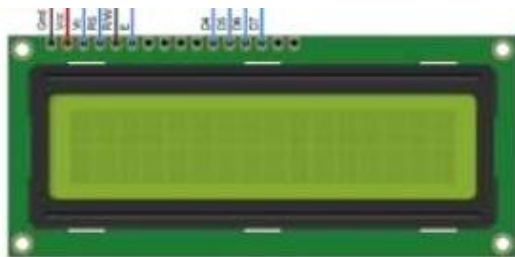
s.d 5,5 V_{dc}, dan menghasilkan tegangan output analog 0 s.d 3 V_{dc} dan juga output digital sehingga dapat dihubungkan langsung ke input dari Arduino [37]-[38]. Modul sensor kelembapan kapasitif, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Modul Sensor Kelembapan Kapasitif

2.3.4. Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid crystal display (LCD) adalah modul tampilan elektronik yang memiliki beragam kegunaan. Layar LCD 16 x 2 merupakan modul dasar dan sering disertakan dalam berbagai perangkat dan rangkaian. Pada LCD 16 x 2, terdapat 2 baris yang masing-masing dapat menampilkan 16 karakter. Setiap karakter pada LCD ini ditampilkan menggunakan matriks 5 x 7 piksel [39]. LCD 16 x 2 sudah dilengkapi dengan driver pada inputnya sehingga dapat dihubungkan dengan pin output dari Arduino Uno, seperti ditunjukkan pada Gambar 4 [40]-[41].

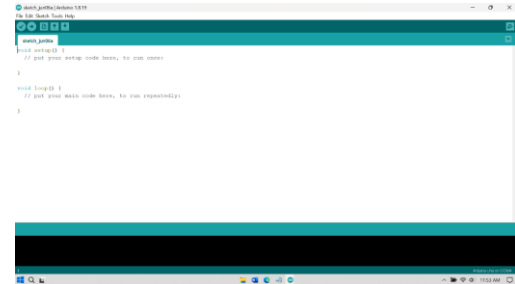


Gambar 4. LCD 16 x 2

2.4. Perangkat Lunak

Perangkat lunak untuk bahasa pemrograman dan interface pada rancangan alat ukur ini menggunakan Arduino IDE. Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah software yang digunakan untuk memprogram di arduino, atau dikatakan Arduino IDE sebagai media untuk memprogram board Arduino [33].

Tampilan Arduino IDE dan logo software Arduino IDE, seperti ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Tampilan Arduino IDE



Gambar 6. Logo Software Arduino IDE
(Sumber: <https://www.arduino.cc/en/software>)

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian alat ukur kadar air beras ini menggunakan metode “penelitian dan pengembangan” atau *research and development (R&D)*, metode penelitian ini digunakan untuk menghasilkan dan menguji keefektifan alat, sehingga diperoleh hasil yang baik sesuai dengan yang diharapkan. Alur dari penelitian dan pengembangan ini, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

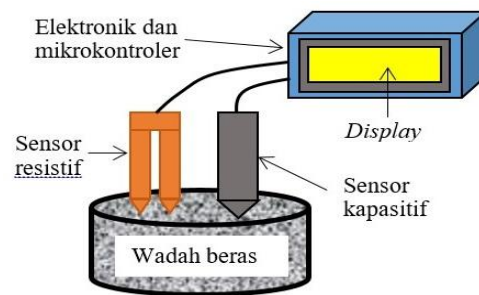


Gambar 7. Diagram Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 7, tahapan dari penelitian alat ukur kadar air beras ini dimulai dari:

- 1) **Studi Literatur**, mencari data serta informasi yang relevan mengenai alat ukur kadar air beras, seperti di situs internet, laporan penelitian, jurnal ilmiah, dan lain-lain.
- 2) **Identifikasi Masalah**, untuk mengetahui masalah apa saja yang ada pada alat ukur kadar air beras. Kemudian memformulasikan konsep teknologi yang dapat mengatasi permasalahan tersebut, selanjutnya mendesain alat ukur kadar air beras untuk menjawab permasalahan yang terjadi.
- 3) **Mendesain**, proses desain, meliputi desain perangkat keras dan perangkat lunak pada alat ukur kadar air beras.
- 4) **Merealisasikan**, pada tahap ini dilakukan proses realisasi dari hasil desain alat ukur kadar air beras.
- 5) **Mengukur dan menguji**, melakukan pengukuran pada setiap rangkaian atau bagian alat, dan melakukan pengujian fungsi serta kinerja alat di laboratorium, serta melakukan pengujian lapangan alat ukur kadar air beras di tempat pedagang beras atau konsumen.
- 6) **Menganalisis dan menyimpulkan**, setelah realisasi dan melakukan pengukuran serta pengujian alat, akan dilakukan analisis atau evaluasi untuk mengetahui apakah kinerja alat ukur kadar air beras seperti yang diharapkan serta mengambil kesimpulan apakah alat ukur kadar air beras dapat dipergunakan atau masih perlu dikembangkan lagi.

Desain pada penelitian alat ukur kadar air beras ini dimulai dari mendesain *prototype*, terdiri dari (1) bagian input: berupa sensor resistif dan kapasitif untuk mendeteksi kadar air beras, (2) bagian elektronik (pemroses dan pengendali): berupa mikrokontroler *Arduino Uno* untuk memproses data dan mengendalikan keseluruhan alat, dan (3) bagian output: berupa *display* untuk menampilkan angka-angka (persentase) kadar air sesuai besarnya kadar air beras yang terukur dari bagian input. Skematik desain alat ukur kadar air beras pada penelitian ini seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



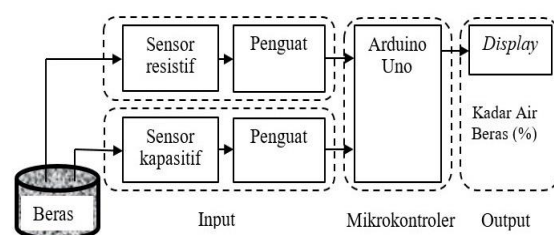
Gambar 8. Skematik Desain Alat Ukur Kadar Air Beras

Dari Gambar 8, cara kerja alat ukur kadar air beras ini dimulai dari menghidupkan catu daya dan meletakkan sensor resistif dan kapasitif pada beras dalam wadah. Selanjutnya mikrokontroler bekerja untuk mengendalikan seluruh fungsi sensor resistif dan kapasitif, dan *display*. (1) Pada bagian input, sensor resistif dan kapasitif kedua-duanya mendeteksi kadar air beras yang ada dalam wadah. Tegangan keluaran sensor masing-masing diperkuat dan selanjutnya output-nya dalam bentuk tegangan analog atau digital dikirim ke input mikrokontroler. (2) Mikrokontroler, *Arduino Uno* untuk memproses data dari sensor-sensor, dan mengirimkan hasil-nya ke *display*. (3) Pada bagian output, *display* akan menampilkan nilai kadar air (persentase) sesuai dengan kadar air beras yang dideteksi oleh sensor-sensor di bagian input.

Desain alat ukur kadar air beras ini, terdiri dari bagian: perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

3.1. Desain Perangkat Keras pada Alat Ukur Kadar Air Beras

Desain perangkat keras ini sebagai acuan dalam realisasi perangkat keras, dan sebagai gambaran untuk memudahkan dalam merangkai divais menjadi sebuah rangkaian terpadu, diagram blok perangkat keras dari alat ukur kadar air beras, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Blok Perangkat Keras pada Alat Ukur Kadar Air Beras

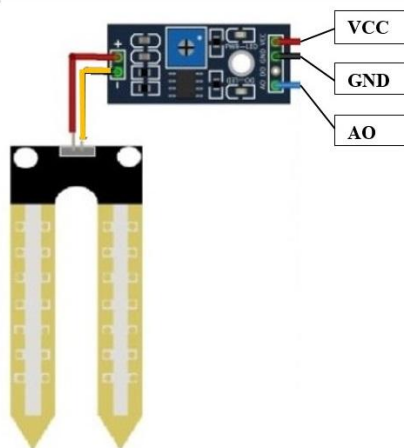
Dari Gambar 9, diagram blok perangkat keras pada alat ukur kadar air beras, terdiri dari: (1) bagian input, yaitu: sensor resistif dan kapasitif, dimana keduanya mendeteksi kadar air beras dalam wadah, kemudian mengubahnya menjadi besaran tegangan analog atau digital yang sesuai; (2) Mikrokontroler, yaitu: *Arduino Uno* yang bertugas memproses input berupa besaran tegangan analog yang berasal dari sensor resistif dan kapasitif, dan mengirimkan hasil-nya ke divais output; dan (3) bagian output, yaitu: *display* untuk menampilkan angka kadar air beras.

(1) Beras

Beras yang akan diukur kadar air-nya ditempatkan pada suatu wadah plastik, sehingga tidak akan mempengaruhi kondisi lingkungan dari beras.

(2) Sensor Kadar Air Beras Resistif

Sensor yang digunakan adalah tipe *soil moisture sensor module YL-69 (resistive)*, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Sensor Resistif Tipe *Soil Moisture Sensor Module YL-69 (Resistive)*

Sensor resistif terintegrasi dengan *operational amplifier* LM393, bekerja pada tegangan operasi 3,3 s.d 5 V_{dc}, menghasilkan output tegangan analog dan digital (bit 1/0). Output tegangan analog (AO) sensor dihubungkan ke saluran ANALOG IN (A0) dari *Arduino Uno*.

(3) Sensor Kadar Air Beras Kapasitif

Sensor yang digunakan adalah tipe *soil moisture sensor module (capacitive)*, seperti ditunjukkan pada Gambar 11.

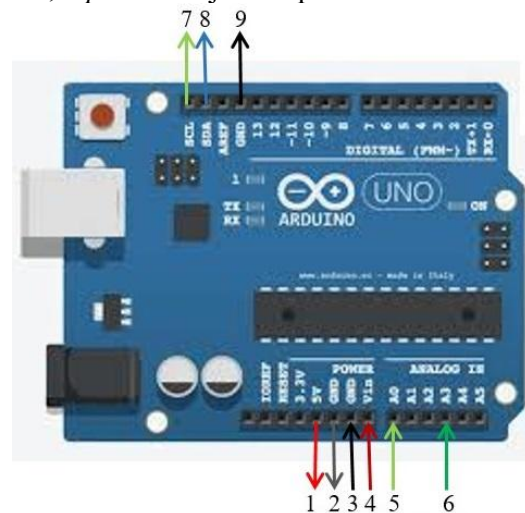


Gambar 11. Sensor Kapasitif Tipe *Soil Moisture Sensor Module (Capacitive)*

Sensor kapasitif terintegrasi dengan *amplifier*, bekerja pada tegangan operasi 3,3 s.d 5,5 V_{dc}, menghasilkan output tegangan analog 0 s.d 3 V_{dc}. Output tegangan analog (AOUT) sensor dihubungkan ke saluran ANALOG IN (A3) dari *Arduino Uno*.

(4) Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan adalah *Arduino Uno* tipe *ATmega328*. Hubungan pada *Arduino Uno*, seperti ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Hubungan pada *Arduino Uno*

Keterangan Gambar 12:

Pin-pin pada *Arduino Uno*, terhubung ke

- (1) (VCC) sensor resistif, (VCC) sensor kapasitif, dan (VCC) *LCD* 16 x 2
- (2) (GND) sensor resistif
- (3) (-) Baterai 9 V dan (GND) sensor kapasitif
- (4) (+) Baterai 9 V
- (5) (AO) sensor resistif
- (6) (AOUT) sensor kapasitif
- (7) Input *LCD* 16 x 2
- (8) Input *LCD* 16 x 2
- (9) (GND) *LCD* 16 x 2

Arduino Uno dicatu tegangan sebesar 5 V_{dc} dari baterai 9 V pada saluran POWER. Menerima sinyal analog dari sensor resistif dan kapasitif pada saluran ANALOG IN, dan mengirim tegangan digital (bit 1/0) melalui saluran *serial*

data (SDA) dan serial clock (SCL) ke input LCD 16 x 2.

(5) Display

Display yang digunakan adalah *liquid crystal display (LCD)* 16 x 2, untuk menampilkan kadar air beras (persentase), seperti ditunjukkan pada Gambar 13.

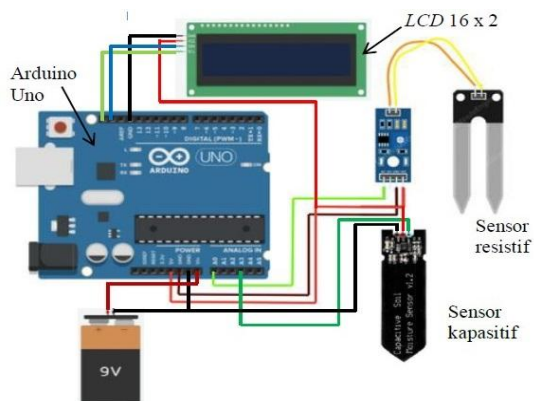


Gambar 13. Liquid Crystal Display (LCD) 16 X 2

LCD 16 x 2 mendapat input tegangan digital (bit 1/0 serial) dari output saluran serial data (SDA), dan serial clock (SCL) Arduino Uno.

3.2. Skema Pengkabelan pada Alat Ukur Kadar Air Beras

Skema pengkabelan keseluruhan divais elektronik pada alat ukur kadar air beras, terdiri dari penggabungan papan mikrokontroler Arduino Uno *ATMega328*, sensor resistif *soil moisture sensor module YL-69 (resistive)* dan sensor kapasitif *soil moisture sensor module (capacitive)*, dan *liquid crystal display (LCD)* 16 x 2, seperti ditunjukkan pada Gambar 14.

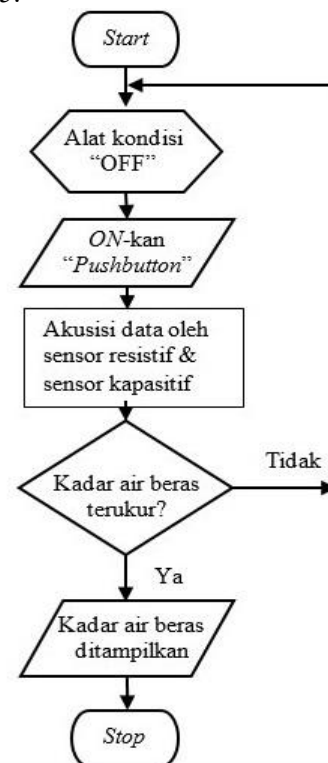


Gambar 14. Skema Pengkabelan pada Alat Ukur Kadar Air Beras

3.3. Desain Perangkat Lunak pada Alat Ukur Kadar Air Beras

Selain desain perangkat keras, pada alat ukur kadar air beras juga dilakukan desain perangkat lunak, dimana: sebagai input adalah sensor resistif dan kapasitif yang kedua-nya berfungsi untuk membaca kadar air beras dalam wadah,

menjadi keluaran berupa besaran tegangan analog, selanjutnya masing-masing besaran tegangan analog diberikan sebagai data input ke mikrokontroler *Arduino Uno* yang bertindak sebagai pemroses data, yang selanjutnya hasil pemrosesan dikirimkan ke display untuk ditampilkan angka-angka kadar air beras (persentase) sesuai dengan kadar air beras yang diukur. Langkah untuk mengaktifkan alat ukur kadar air beras digambarkan melalui diagram alir (*flowchart*), seperti ditunjukkan pada Gambar 15.



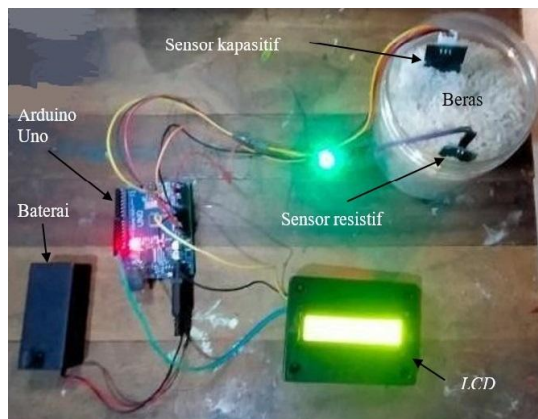
Gambar 15. Diagram Alir Pengukuran Kadar Air Beras

Dari Gambar 15, proses diagram alir (*flowchart*) pengukuran kadar air beras dimulai dari *start*, *on-kan* alat, kemudian sensor-sensor menerima masukan perintah mengukur kadar air beras, data ukur sensor tersebut akan diteruskan ke tahap proses untuk konversi menjadi angka persentase kadar air. Jika sudah selesai, data dikirim ke display berupa LCD untuk menampilkan angka persentase sesuai kadar air beras yang diukur. Proses diagram alir pengukuran kadar air beras diakhiri dengan *stop*.

3.4. Realisasi Alat Ukur Kadar Air Beras

Realisasi keseluruhan alat ukur kadar air beras hasil penelitian ini, terdiri dari

penggabungan papan mikrokontroler Arduino Uno *ATMega328*, sensor resistif tipe *soil moisture sensor module YL-69 (resistive)* dan sensor kapasitif tipe *soil moisture sensor module (capacitive)*, dan *liquid crystal display (LCD)* 16 x 2. Keseluruhan alat ukur kadar air beras telah dirakit menjadi satu mulai dari *input*, proses, dan *output*; termasuk baterai 9 V sebagai catu daya seluruh alat dan obyek yang diukur yaitu beras dalam wadah plastik, seperti ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Realisasi Alat Ukur Kadar Air Beras

Dari Gambar 16, realisasi alat ukur kadar air beras terdiri dari bagian: (1) Perangkat keras, yaitu: (a) Mikrokontroler Arduino Uno *ATMega328*, (b) sensor resistif tipe *soil moisture sensor module YL-69 (resistive)*, (c) sensor kapasitif tipe *soil moisture sensor module (capacitive)*, (d) *liquid crystal display (LCD)* 16 x 2, dan (e) baterai 9 V; (2) Perangkat lunak, yaitu: *Arduino IDE*; dan (3) Objek yang diukur, yaitu: beras dalam wadah plastik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak di *software Arduino IDE* dilakukan untuk mengecek nilai tegangan keluaran sensor pada saat pendeteksian kadar air beras, apakah sesuai dengan yang telah diprogram, sehingga dapat diterapkan pada perangkat keras. Hasil dari pengujian perangkat lunak, dengan menggunakan *listing* program seperti ditunjukkan pada Gambar 17.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 16, 2);
int Res;
int Cap;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("                ");
  delay(3000);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Alat Ukur");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Kadar Air Beras");
  delay(5000);
  lcd.clear();
}

void loop()
{
  int sensorR = analogRead(A0);
  int sensorC = analogRead(A3);
  Cap=(100 - ((sensorR/1023.00)*100));
  Res=(100 - ((sensorC/1023.00)*100));

  Serial.print(" CAPASITIVE (C):");
  Serial.println(Res);
  Serial.print(" RESISTIVE (R):");
  Serial.println(Cap);

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("C:");
  lcd.setCursor(4, 0);
  lcd.print(Res);
  lcd.print("%");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("R:");
  lcd.setCursor(4, 1);
  lcd.print(Cap);
  lcd.print("%");
  delay(1000);
}
```

Gambar 17. Listing Program pada Alat Ukur Kadar Air Beras

Hasil pengujian menunjukkan dapat memproses pengambilan data kadar air beras, dan berhasil menampilkannya pada layar *LCD* 16 x 2.

4.2. Pengujian Perangkat Keras Alat Ukur Kadar Air Beras

Pengujian bertujuan untuk mengetahui fungsi semua divais pada alat ukur kadar air beras hasil penelitian ini, apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan, sehingga alat ini dapat digunakan.

4.2.1. Bagian Input

a. Sensor resistif tipe *soil moisture sensor module YL-69 (resistive)*, dapat mendeteksi kadar air beras yang ada di dalam wadah plastik, dimana output tegangan yang terukur adalah 5,012 s.d 5,062 V. Contoh hasil pengukuran tegangan di output sensor, seperti ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Hasil Pengukuran Tegangan di Output Sensor Resistif

b. Sensor kapasitif tipe *soil moisture sensor module (capacitive)*, dapat mendeteksi kadar air beras yang ada di dalam wadah plastik, dimana output tegangan yang terukur adalah 2,135 s.d 2,155 V. Contoh hasil pengukuran tegangan di output sensor, seperti ditunjukkan pada Gambar 19.



Gambar 19. Hasil Pengukuran Tegangan di Output Sensor Kapasitif

Pada saat pengujian, terbaca kenaikan tegangan di setiap kenaikan persen sebesar 0,01V.

4.2.2. Mikrokontroler Arduino Uno

Mikrokontroler *Arduino Uno ATmega328* dapat bekerja mengendalikan seluruh divais sesuai dengan program yang diinputkan, berfungsi memproses data yang berasal dari output sensor resistif dan sensor kapasitif, serta mengirimkan hasil pengolahan data ke *LCD 16 x 2*.

4.2.3. Bagian Output

LCD 16 x 2 dapat menampilkan informasi kadar air beras (%) sesuai dengan kadar air

beras yang dapat dideteksi oleh sensor resistif dan sensor kapasitif. Tampilan (R: %) menunjukkan kadar air beras sesuai dengan yang dideteksi oleh sensor resistif, dan (C: %) menunjukkan kadar air beras sesuai dengan yang dideteksi oleh sensor kapasitif. Contoh tampilan hasil pengukuran kadar air beras pada *LCD 16 x 2*, seperti ditunjukkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Tampilan Hasil Pengukuran Kadar Air Beras pada *LCD 16 x 2*

Dari hasil pengujian, dapat dikatakan bahwa seluruh divais dari alat ukur kadar air beras berbasis mikrokontroler *Arduino Uno ATmega328* yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan, yaitu dapat mengukur kadar air beras serta dapat menampilkan-nya dalam nilai persentase (%) pada layar *LCD 16 x 2*.

4.3. Pengujian Lapangan Alat Ukur Kadar Air Beras

Pengujian lapangan menggunakan alat ukur kadar air beras hasil penelitian ini, dilakukan di sejumlah pedagang beras di Pasar Tradisional Kota Bandung. Hasil pengujian alat pada tiga merek beras dilakukan masing-masing sebanyak 10 kali, seperti ditunjukkan pada Tabel 4, 5, dan 6.

Tabel 4. Kadar Air Beras (Merek 1) di Pasar Palasari

Sensor resistif		Sensor kapasitif		Kadar air rata-rata (%)
Kadar air (%)	Kondisi beras	Kadar air (%)	Kondisi beras	
0%	Kering	11%	Kering	5,5%
0%	Kering	11%	Kering	5,5%
0%	Kering	12%	Kering	6,0%
0%	Kering	12%	Kering	6,0%
0%	Kering	11%	Kering	5,5%
0%	Kering	12%	Kering	6,0%
0%	Kering	11%	Kering	5,5%
0%	Kering	11%	Kering	5,5%
0%	Kering	11%	Kering	5,5%
0%	Kering	12%	Kering	6,0%

Tabel 5. Kadar Air Beras (Merek 2) di Pasar Cicadas

Sensor resistif		Sensor kapasitif		Kadar air rata-rata (%)
Kadar air (%)	Kondisi beras	Kadar air (%)	Kondisi beras	
0%	Kering	13%	Kering	6,5%
0%	Kering	14%	Kering	7,0%
2%	Kering	14%	Kering	8,0%
0%	Kering	13%	Kering	6,5%
3%	Kering	13%	Kering	8,0%
1%	Kering	12%	Kering	6,5%
1%	Kering	12%	Kering	6,5%
0%	Kering	12%	Kering	6,0%
0%	Kering	13%	Kering	6,5%
0%	Kering	14%	Kering	7,0%

Tabel 6. Kadar Air Beras (Merek 3) di Jl. Subang, Antapani

Sensor resistif		Sensor kapasitif		Kadar air rata-rata (%)
Kadar air (%)	Kondisi beras	Kadar air (%)	Kondisi beras	
2%	Kering	15%	Kering	8,5%
1%	Kering	14%	Kering	7,5%
2%	Kering	13%	Kering	7,5%
2%	Kering	13%	Kering	7,5%
0%	Kering	13%	Kering	6,5%
1%	Kering	13%	Kering	7,0%
1%	Kering	12%	Kering	6,5%
2%	Kering	16%	Kering	9,0%
0%	Kering	15%	Kering	7,5%
0%	Kering	15%	Kering	7,5%

Dari hasil pengujian lapangan dan Tabel 4 s.d 6, alat berhasil mengukur kadar air dari beragam merek beras dan menampilkan kadar air-nya dalam persentase (%), dengan angka rata-rata dari sensor resistif (R: %) dan sensor kapasitif (C: %), yaitu: (1) kadar air beras merek 1 berada pada kisaran rata-rata antara 5,5% s.d 6,0% menunjukkan kondisi beras adalah kering, (2) kadar air beras merek 2 berada pada kisaran rata-rata antara 6,5% s.d 8,0% menunjukkan kondisi beras adalah kering, dan (3) kadar air beras merek 3 berada pada kisaran rata-rata antara 6,5% s.d 9,0% menunjukkan kondisi beras adalah kering.

Mengacu pada Tabel 2, maka hasil pengujian kadar air pada beberapa merek beras di sejumlah pedagang beras, menunjukkan bahwa mutu beras yang dijual adalah baik (tinggi).

Dari hasil pengukuran serta pengujian lapangan pada alat, secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa alat ukur kadar air beras hasil

penelitian ini sudah sesuai dengan yang direncanakan, yaitu:

- 1) Sensor resistif tipe *soil moisture sensor module YL-69 (resistive)* dan sensor kapasitif tipe *soil moisture sensor module (capacitive)* dapat berfungsi untuk mendeteksi kadar air beras dalam wadah plastik,
- 2) Mikrokontroler *Arduino Uno ATmega328* berfungsi mengendalikan seluruh divais, memproses data kadar air beras dari sensor, dan mengirimkan hasilnya ke *LCD 16 x 2*,
- 3) *Liquid crystal display (LCD)* berhasil menampilkan angka kadar air beras dalam persentase (%), sesuai dengan kadar air beras yang berhasil dideteksi oleh sensor resistif (R) dan sensor kapasitif (C).

Hasil penelitian ini selanjutnya dapat lebih disempurnakan sehingga dapat dimanfaatkan oleh pengguna, dan dapat diimplementasikan pada pengembangan alat ukur kadar air beras yang lebih baik, serta bidang lainnya yang relevan.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merealisasikan “Alat ukur kadar air beras menggunakan *resistive* dan *capacitive soil moisture sensor* berbasis *Arduino Uno*” untuk mengukur kadar air beras, dengan objek berupa beras dalam wadah plastik. Mikrokontroler *Arduino Uno ATmega328* dapat berfungsi memproses data input, serta mengendalikan seluruh divais. Sensor resistif tipe *soil moisture sensor module YL-69 (resistive)* dan sensor kapasitif tipe *soil moisture sensor module (capacitive)* berhasil mendeteksi kadar air beras, serta masing-masing berhasil mengeluarkan data berupa tegangan analog 5,012 s.d 5,062 V dan 2,135 s.d 2,155 V. *Liquid crystal display (LCD) 16 x 2* berhasil menampilkan angka kadar air beras dalam persentase (%) sesuai dengan kadar air beras yang dideteksi oleh masing-masing sensor. Penelitian selanjutnya adalah perbaikan kualitas dan dimensi alat, variasi merek beras yang diukur kadar air-nya, serta informasi pada tampilan display.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada sdr Dhafin Fadhil Soekarno, Ali Suwandi, Aap Syamsul Falah, dan Agus Prasetyono serta

semua pihak-pihak terkait yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Budirokhman, & T. Fajriati, "Mutu Fisik dan Kadar Amilosa Beras Giling pada Berbagai Umur Panen," *Jurnal Pertanian*, vol. 15, no. 1, pp. 1-15, 2024.
- [2] P. H. Iswanto, A. R. Akbar, & A. Rahmi, "Pengaruh kadar air gabah terhadap mutu beras pada varietas padi lokal siam sabah," *JTAM Inovasi Agroindustri*, vol. 1, no. 1, pp. 12-23, 2018.
- [3] S. Lestari, & F. Kurniawan, "Pemutuan fisik gabah dan beras menurut Standar Nasional Indonesia (SNI)," *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, vol. 5, no. (2), pp. 159-168, 2021.
- [4] A. A. Nurcahyani, & R. Saptono, "Identifikasi kualitas beras dengan citra digital," *Scientific Journal of Informatics*, vol. 2, no. 1, pp. 63-72, 2015.
- [5] A. Pramudita, S. B. F. Ginting, I. Syahfitri, H. Silviya, F. A. R. Sitepu, & B. A. Silalahi, "Literatur Review: Klasifikasi Kualitas Beras Berdasarkan Citra Digital," *FIMERKOM: Journal of Information Systems and Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 30-34, 2024.
- [6] I. S. Wibisono, & S. Mujiyono, "Segmentasi fuzzy c-means untuk membantu identifikasi kualitas beras berdasarkan nilai threshold, warna dan ukuran," *Multimatrix*, vol. 1, no. 1, 2018.
- [7] B. Putra, "Identifikasi Kualitas Beras Berdasarkan Fitur Citra Menggunakan Metode K-Nearest Neighbors (KNN)," *Jurnal Algoritme*, vol. 5, no. 1, pp. 1-11, 2024.
- [8] S. Saidah, M. B. Adinegara, R. Magdalena, & N. K. Caecar, N. K., "Identifikasi kualitas beras menggunakan metode k-nearest neighbor dan support vector machine," *TELKA-Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol*, vol. 5, no. 2, pp. 114-121, 2019.
- [9] M. S. Ardi, A. Abdullah, & U. Usman, "Rancang Bangun Pendeteksi Kualitas Beras Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Android," *Jurnal Informatika Upgris*, vol. 7, no. 2, 2021.
- [10] M. Mustofah, & P. Utami, "Perangkat Penentu Kualitas Beras Ditinjau dari Kadar Air dan Berat Butir Menir Berbasis Arduino Uno," *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 4, no. 1, pp. 39-48, 2019.
- [11] F. Fahroji, & H. Hendri, "Kinerja Beberapa Tipe Moisture Meter dalam Penentuan Kadar Air Padi," *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Lands*, vol. 5, no. 1, pp. 62-70, 2016.
- [12] N. U. Oktavianty, & W. Wildian, "Rancang bangun alat ukur dan indikator kadar air gabah siap giling berbasis mikrokontroler dengan sensor fotodioda," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 5, no.1, pp. 94-100, 2016.
- [13] A. Nurwidah, A. Asni, & A. Haq, "Evaluasi Kadar Air Gabah," *JASATHP: Jurnal Sains dan Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 1, no. 2, pp. 41-45, 2021.
- [14] R. Hidayat, "Pengembangan Alat Pengukur Kadar Air Padi (Gabah) untuk Mewujudkan Pertanian Industrial di Kabupaten Indramayu," *Creative Research Journal*, vol. 2, no. 01, pp. 55-68, 2016.
- [15] S. Safitri, & D. N. Hakiki, "Validasi dan Verifikasi Pengukuran Kadar Air Gabah Menggunakan Grain Moisture Tester dan Infrared Moisture Balance," *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, pp. 19-25, 2024.
- [16] W. Ponglangka, "Paddy rice moisture content meter" *In 2015 15th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)*, IEEE, Oct 2015, pp. 1709-1713.
- [17] A. Noomhorm, & L. R. Verma, "A comparison of microwave, air oven and moisture meters with the standard method for rough rice moisture determination," *Transactions of the ASAE*, vol. 25, no. 5, pp. 1464-1470, 1982.
- [18] A. C. Joaquin, R. P. Avila, M. E. V. Ramos, & R. C. Martinez, "Design and development of probe meter for moisture detection of paddy grains," *Asian J Postharvest Mech*, vol. 2, pp. 1-10, 2019.
- [19] R. G. Maramba, M. V. C. Caya, A. J. G. Hernandez, G. P. Ombay, & M. J. T. Ching, "Paddy rice moisture tester with bluetooth data transfer" *In 2019 IEEE 11th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*, IEEE, Nov 2019, pp. 1-6.
- [20] S. Pathaveerat, & P. Pruengam, "Low cost measurement of moisture content in long grain paddy," *Journal of Stored Products Research*, vol. 89, p. 101728, 2020.
- [21] T. Ban, "Grain moisture meter and moisture detector for flowing grain," *Japan Agricultural Quarterly*, vol. 8, no. 3, pp. 177-182, 1974.
- [22] P. I. Kalandarov, "High-frequency moisture meter for measuring the moisture content of grain and grain products," *Measurement Techniques*, vol. 65, no. 4, pp. 297-303, 2022.

- [23] L. Lin, Y. He, Z. Xiao, K. Zhao, T. Dong, & P. Nie, "Rapid-detection sensor for rice grain moisture based on NIR spectroscopy," *Applied Sciences*, vol. 9, no. 8, pp. 1654, 2019.
- [24] A. Jafari, M. Tumbleson, & K. D. Rausch, "Evaluation of Moisture Meters Suited for Developing Countries" In *2020 ASABE Annual International Virtual Meeting* (p. 1), American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2020.
- [25] C. Chen, "Uncertainty evaluation of conductance moisture meters for rough grain," *Biosystems engineering*, vol. 99, no. 4, pp. 508-514, 2008.
- [26] A. C. Joaquin, *et al.*, Field Testing of Grain Probe Moisture Meter, vol 7 no 2, Philippine Center for Postharvest Development and Mechanization, 2017.
- [27] R. Ratnawati, M. Djaeni, & D. Hartono, "Perubahan kualitas beras selama penyimpanan (change of rice quality during storage)," *Jurnal Pangan*, vol. 22, no. 3, pp.199-208, 2013.
- [28] Izandi. (2025, Mei 16). *Pentingnya Kadar Air dalam Beras: Kualitas dan Rasa Optimal* (1) [Online]. Available: <https://alat-ukur-indonesia.com/pentingnya-kadar-air-dalam-beras-kualitas-dan-rasa-optimal/>.
- [29] P. Klomklao, S. Kuntinugunetanon, & W. Wongkokua, "Moisture content measurement in paddy" In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 901, No. 1, p. 012068)., IOP Publishing, 2017.
- [30] J. B. Janier, & M. B. Maidin, "Paddy moisture content detector," *Journal of Applied Sciences*, vol. 11, no. 7, pp. 1476-1478, 2011.
- [31] A. A. Putra, M. Rifai, & H. K. Safitri, "Implementasi Sistem Kontrol Penggerak Motor Stepper pada Proses Molding Microplastic Berbasis PID Menggunakan PLC dan ARDUINO," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, 2024.
- [32] S. Beta, & S. Astuti, "Modul timbangan benda digital dilengkapi led rgb dan dfplayer mini," *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, vol. 15, no. 1, pp. 10-15, 2019.
- [33] R. Rustamaji, S. D. A. Sandakila, & K. Sawitri, "Alat Peraga Elektronik Berbasis Arduino dengan Keluaran Cahaya dan Suara untuk Pengenalan Warna Bagi Balita," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vo.12, no.2, pp. 1331-1341, April. 2024.
- [34] S. Adla, N. K. Rai, S. H. Karumanchi, S. Tripathi, M. Disse, & S. Pande, "Laboratory calibration and performance evaluation of low-cost capacitive and very low-cost resistive soil moisture sensors," *Sensors*, vol. 20, no. 2, p. 363, 2020.
- [35] M. Kelly. (2021, Sep 18). *Soil Moisture Sensor (Resistive) Guide* (1) [Online]. Available: https://www.canadarobotix.com/blogs/how-to/soil-moisture-sensor-resistance?srsId=AfmBOoo3lkwgjNOh_MVRCpM1WUf2P07v4nEbCL2S0LeWhZ-MjSa7TXQu
- [36] S. Chowdhury, S. Sen, & S. Janardhanan, "Comparative analysis and calibration of low cost resistive and capacitive soil moisture sensor," 2022. Available: arXiv preprint arXiv: 2210.03019.
- [37] J. Hrisco, Capacitive soil moisture sensor theory, calibration, and testing, no. 2, pp. 1-12. New York. NY: Maker Portal LLC, 2020.
- [38] J. Miller, D. Bitecofer, and S. J. Lee, "Soil Moisture Sensor," *Honors Research Projects*, The University of Akronp. 776, 2018. Available: http://ideaexchange.uakron.edu/honors_research_projects/776
- [39] A. M. S. Kumar, "Liquid Crystal Display," in *Biometric System and Applications*, ch. 4, Bangalore India: Presidency University, 2023.
- [40] M. McRoberts, "Liquid Crystal Displays," In *Beginning Arduino*, Berkeley, CA: Apress, 2013, pp. 165-181,
- [41] M. Clary, "Interfacing to an LCD screen using an Arduino," *College of Engineering*, 2015. Available: https://www.egr.msu.edu/classes/ece480/capstone/spring15/group05/uploads/4/7/5/1/47515639/ece_480_app_note_matt_clary.pdf