

APPLICATION OF ARDUINO UNO IN A HYDROPONIC SYSTEM IN AN AUTOMATIC MIXING AND NUTRITION PROCESS

Rexy Khoerul Sukma¹, Ruuhwan², Dede Syahrul Anwar³

¹Universitas Perjuangan, Tasikmalaya, Indonesia

²Universitas Perjuangan, Tasikmalaya, Indonesia

³Universitas Perjuangan, Tasikmalaya, Indonesia

Corresponding author email: rruuhwan@unper.ac.id

Abstract—The conversion of agricultural land into residential areas has implications for the reduction of agricultural productivity, thereby disrupting the food supply among communities. One alternative to increase food supply is hydroponic farming. Hydroponics is worth considering, as it only requires minimal land. However, hydroponic cultivation also has its own challenges. One of them is the concentration of water, nutrient A, and nutrient B that must be considered. The lack of nutrient supply to plants will slow down plant growth, while excessive nutrient application can cause plant stress. To avoid these issues, one way is through the application of Arduino UNO in hydroponic systems, where the sensors on Arduino will measure the dissolved substances in water in parts per million (PPM). With the application of Arduino in hydroponic systems, the concentration of nutrients A and B will be more accurate, and nutrient application can be done automatically.

Keywords: *Arduino UNO¹; Arduino Sensors²; Hydroponic Systems³; Nutrient Concentration⁴; Plant Nutrient⁵*

Abstrak—Pengalihfungsian lahan pertanian menjadi perumahan berdampak pada berkurangnya produktivitas pertanian, dengan begitu persediaan bahan pangan di kalangan masyarakat bisa terganggu. Salah satu alternatif untuk meningkatkan persediaan bahan pangan yaitu pertanian dengan menggunakan sistem hidroponik. Hidroponik layak dipertimbangkan, mengingat cukup dengan memanfaatkan lahan yang sempit. Akan tetapi budidaya tanaman hidroponik juga memiliki kesulitan tersendiri. Salah satunya adalah konsentrasi antara air, nutrisi A dan nutrisi B yang harus diperhatikan. Kurangnya pasokan nutrisi terhadap tanaman akan berdampak pada pertumbuhan tanaman yang menjadi lambat, sedangkan pemberian nutrisi yang berlebih dapat menyebabkan tanaman menjadi stress. Untuk menghindari hal-hal tersebut salah satu caranya adalah dengan pengaplikasian Arduino UNO pada sistem Hidroponik, dimana sensor yang ada pada arduino akan mengukur zat yang terlarut dalam air dengan satuan PPM. Dengan pengaplikasian Arduino pada sistem hidroponik maka konsentrasi antara nutrisi A dan B akan lebih akurat dan pemberian nutrisi pun bisa dilakukan secara otomatis.

Kata kunci: *Arduino UNO¹; Sensor Arduino²; Sistem Hidroponik³; Konsentrasi Nutrisi⁴; Nutrisi Tanaman⁵*



1. PENDAHULUAN

Hidroponik adalah budidaya pertanian tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Sehingga hidroponik merupakan aktivitas pertanian dimana air digunakan sebagai media untuk menggantikan tanah. Sehingga sistem pertanian secara hidroponik dapat memanfaatkan lahan yang relatif sempit (Irna dkk, 2021). Dalam hidroponik, selain kita mengganti tanah sebagai media tanam, kita juga bisa meminimalisir hama atau penyakit yang ditimbulkan oleh tanah. Larutan AB mix pada hidroponik mengandung nutrisi atau makanan yang dibutuhkan tanaman dengan perbandingan yang tepat, hal ini bisa mengurangi stress pada tanaman. Dengan perbandingan yang tepat, tanaman akan menjadi lebih cepat matang dengan kualitas panen yang didapat menjadi lebih baik. Ada beberapa jenis media tanam yang bisa digunakan dalam hidroponik. Antara lain pasir, tembikar, arang, dan sabut kelapa. Media yang akan digunakan harus disesuaikan dengan tanaman yang akan ditanam, misalnya untuk tanaman hias disarankan menggunakan media tanam batu apung. (Wirawati & Arthawati, 2021). Hidroponik dapat dilakukan di lahan yang relatif sempit seperti di atap rumah, pekarangan rumah maupun lahan lainnya. Kebutuhan nutrisi tanaman pada hidroponik, diperoleh dari larutan nutrisi A dan nutrisi B atau biasa disebut dengan pupuk AB mix. Dalam ketersediaannya pupuk ini mudah ditemui dan pemasarannya sudah luas sehingga bisa didapat baik di toko pertanian maupun di toko *online* (Irna dkk, 2021). Pemanfaatan lahan yang sempit dengan menggunakan sistem hidroponik dapat membantu masyarakat dalam menjaga ketahanan pangan. Selain mudah dipelajari, sistem hidroponik juga tergolong hemat biaya dan dapat dikembangkan dimana saja. Akan tetapi pemberian nutrisi pada sistem hidroponik umumnya dilakukan secara manual, baik dari pencampuran nutrisi dengan air maupun saat pemberian nutrisi pada penampungan air. Dengan perbandingan nutrisi dan air yang kurang tepat dapat mengakibatkan tanaman menjadi stress.

2. TINJAUAN LITERATUR

2.1. Hidroponik

Hidroponik bisa dikatakan salah satu sistem pertanian dengan air yang menggantikan peran tanah sebagai media tanaman mendapatkan nutrisi. Sehingga hidroponik adalah suatu aktivitas

pertanian dimana air digunakan untuk menggantikan tanah sebagai media tanam, yang mana peran tanah sebagai media tanaman untuk mendapatkan kebutuhan nutrisi atau makanan digantikan oleh air. Sehingga pertanian dengan menggunakan sistem hidroponik dapat menekan biaya produktivitas menjadi lebih minim karena cukup dengan memanfaatkan lahan yang relatif sempit. (Irna dkk, 2021). Berikut tabel kebutuhan pH dan nutrisi untuk sayuran daun.



HIDROPONIKPEDIA
Ensiklopedia Hidroponik | www.hidroponikpedia.com

Tabel pH dan PPM untuk Sayuran Daun

Nama Sayuran	pH	PPM
Artichoke	6.5 - 7.5	560 - 1260
Asparagus	6.0 - 6.8	980 - 1200
Bawang Pre	6.5 - 7.0	980 - 1260
Bayam	6.0 - 7.0	1260 - 1610
Brokoli	6.0 - 6.8	1960 - 2450
Brussel Kembang	6.5	1750 - 2100
Endive	6.5	1400 - 1680
Kailan	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Kangkung	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Kubis	6.5 - 7.0	1750 - 2100
Kubis Bunga	6.5 - 7.0	1750 - 2100
Pakcoy	7.0	1050 - 1400
Sawi Manis	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Sawi Pahit	6.0 - 6.5	840 - 1680
Selada	6.0 - 7.0	560 - 840
Silverbeet	6.0 - 7.0	1260 - 1610

Gambar 1. Tabel PPM dan pH Nutrisi Hidroponik(sumber : hidroponikpedia.com, 2016).

2.2. Arduino UNO

Arduino UNO merupakan salah satu perangkat pada mikrokontroler yang berbasis ATmega328 (*datasheet*) yang bertugas sebagai otak untuk mengendalikan semua perangkat yang terhubung pada mikrokontroler. Pada penggunaannya agar papan mikrokontroler dapat digunakan, maka harus dilakukan tahap pengkodean, yaitu dengan menghubungkan papan Arduino UNO ke komputer menggunakan kabel USB. Tahap pengkodean dilakukan dengan melakukan *upload coding* dengan menggunakan aplikasi **Arduino IDE** (Zulkarnain Lubis dkk, 2019).



Gambar 2. Arduino UNO (sumber: ndoware.com, 2014)

2.3. TDS Sensor V1.0

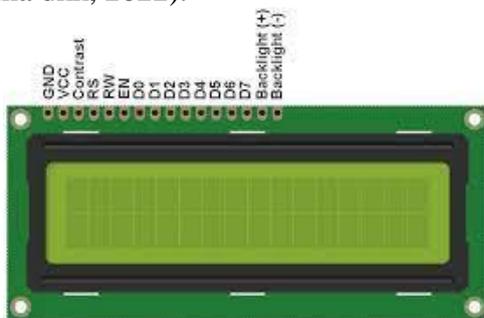
TDS sensor adalah salah satu perangkat pendukung mikrokontroler yang berfungsi untuk mengukur jumlah senyawa atau zat yang terlarut dalam air dengan satuan pengukuran PPM (*part per million*). Semakin banyak senyawa yang terlarut dalam air, maka semakin tinggi jumlah nilai PPM yang akan terbaca pada pengukuran (Bagas Reforma dkk, 2022).



Gambar 3. Sensor TDS (sumber: indomaker.com, 2022)

2.4. LCD

Layar LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah perangkat jenis media tampilan yang menggunakan layar berisi kristal cair sebagai tampilan utama. Layar LCD (*Liquid Crystal Display*) dapat menampilkan gambar berupa angka atau huruf yang ditampilkan sebagai banyak titik terang (piksel) yang tersusun dari kristal cair (Bagas Reforma dkk, 2022).



Gambar 4. LCD (sumber: www.hackster.io, 2022)

2.5. Relay

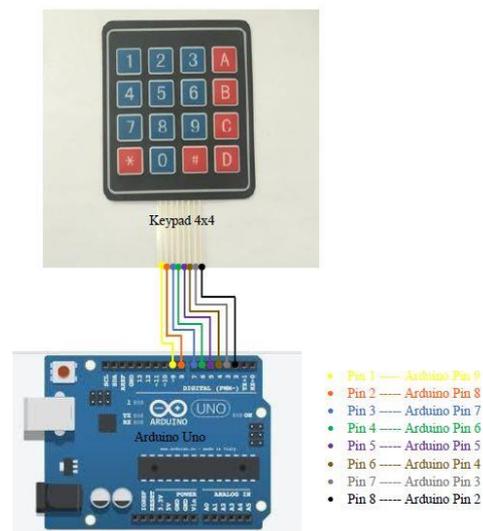
Relay adalah salah satu perangkat listrik otomatis untuk memutus atau menghubungkan suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya. Relay bekerja secara otomatis dengan digerakan oleh magnet yang dapat dikontrol (Zulkarnain Lubis dkk, 2019).



Gambar 5. Relay (sumber: www.aksesoriskomputerlampung.com, 2018)

2.6. Keypad 4x4

Keypad merupakan suatu media perangkat pendukung untuk melakukan input pada peralatan yang berbasis mikroprosesor atau mikrokontroler. Keypad berfungsi sebagai penghubung (*interface*) antara perangkat elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*). Keypad merupakan salah satu bagian penting dari suatu perangkat elektronik yang dapat berinteraksi langsung dengan manusia (Aries Kamolan, Limbran Sampebatu, 2021).

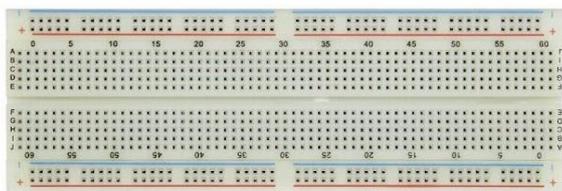


Gambar 5. Keypad 4x4 (sumber: osoyoo.com, 2017)

2.7. Project Board

Project board merupakan salah satu papan proyek yang difungsikan sebagai sirkuit elektronik konstruksi dan purwarupa rangkaian elektronik. *Project board* atau yang lebih dikenal *breadboard*, banyak digunakan untuk merakit komponen karena penggunaannya yang cukup menancapkan kabel jumper ke papan proyek sehingga tidak perlu melakukan tahap penyolderan. Maka dapat digunakan kembali jika terdapat kesalahan atau

kerusakan pada kabel jumper yang tertancap pada *project board* cukup dengan mengganti kabel jumper yang berbeda (Alfiru Nur Alfian, Viki Ramadhan, 2022).



Gambar 7. Project Board (sumber: www.aldyrazor.com, 2020)

2.8. Motor DC 12V

Motor DC adalah salah satu jenis perangkat elektronik yang dapat merubah energi listrik menjadi energi mekanik yang dikendalikan searah atau DC (*Direct Current*) (Basit & Budihartono, 2022).



Gambar 8. Motor DC (sumber: www.dictio.id, 2021)

2.9. Pompa Air 5V

Pompa air adalah suatu alat yang mana digunakan untuk mengalirkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi maupun ke tempat yang lebih jauh.



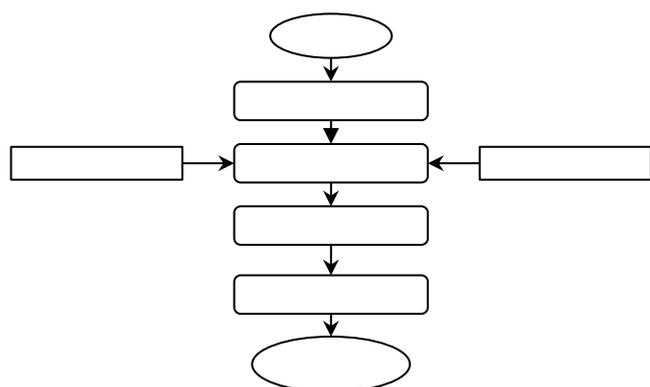
Gambar 9. Pompa Air DC 5 Volt

2.10. Penelitian Terkait

No	Judul Penelitian	Tahun Terbit
1	Pengendalian Kualitas Air untuk Tanaman Hidroponik Menggunakan Raspberry Pi dan Arduino Uno	2021
2	Sistem kontrol kadar nutrisi tanaman hidroponik berbasis arduino UNO	2023
3	Sistem Pemantauan Tanaman Sayur Dengan Media Tanam Hidroponik Menggunakan Arduino	2019
4	Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembaban Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11	2020
5	Sistem Monitoring Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Arduino UNO dan NodeMCU	2021
6	Simulator Sistem Pengairan Otomatis Tanaman Hidroponik dengan Arduino	2019
7	Robot Panen Hidroponik Berbasis Human Following	2023
8	Alat Pengukur Kualitas Air Bersih Berdasarkan Tingkat Kekeruhan dan Jumlah Padatan Terlarut	2022
9	Perancangan Model Prototipe Sistem Hidroponik Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Mikrokontroler	2021
10	Kontrol Mesin Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Smartphone	2019

3. METODE

Tahapan metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 10. Flowchart Alur Penelitian

3.2. Observasi

Observasi dilakukan cara melakukan pengamatan pada sistem hidroponik dengan tujuan untuk mendapatkan sejumlah data yang diperlukan. Sehingga penelitian dapat di dilanjutkan ke tahap selanjutnya.

3.3. Perencanaan

Perencanaan adalah proses sistematis yang melibatkan pemikiran dan analisis informasi untuk merencanakan kegiatan penelitian. Perencanaan merupakan langkah kritis dalam melakukan penelitian, dimana perencanaan merupakan upaya untuk meningkatkan kemungkinan mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

3.3.1. Pemodelan

Pemodelan merupakan suatu proses atau aktivitas untuk menciptakan konsep dengan menggunakan suatu model. Model adalah representasi sederhana dari dunia nyata yang membantu memahami, menganalisis, dan meramalkan perilaku suatu sistem atau fenomena yang kompleks.

3.3.2. Alur Kerja

Alur kerja merujuk pada serangkaian langkah atau proses yang harus dilakukan untuk menggunakan atau mengoperasikan suatu alat secara efektif dan efisien.

3.4. Implementasi

Implementasi adalah tahap di mana perencanaan yang telah dibuat mulai dijalankan atau dilaksanakan. Ini adalah langkah kritis setelah perencanaan, di mana ide yang telah dirancang mulai diwujudkan dengan membangun alat yang sudah direncanakan.

3.5. Pengujian

Pengujian merupakan suatu proses atau aktivitas untuk mengevaluasi kinerja alat yang sudah dibuat. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa alat berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dan memenuhi kebutuhan pengguna.

4. HASIL dan PEMBAHASAN

4.1. Observasi

Dari observasi yang telah dilakukan selama bulan oktober 2023 pada lahan hidroponik yang berada di perumahan BRP (Bumi Resik Panglayungan) didapatkan hasil data berupa permasalahan, yaitu:

- 1) Pencampuran nutrisi pada tandon campuran kurang akurat dikarenakan proses pencampuran antara nutrisi dan air masih dilakukan secara manual dan dengan alat pengukuran yang terbilang sederhana. Sehingga apabila konsentrasi antara nutrisi A dan B tidak akurat dapat menyebabkan tanaman tumbuh kurang maksimal atau tanaman menjadi stress.
- 2) Pemberian nutrisi pada sirkulasi air masih dilakukan secara manual, yaitu dengan membawa ember yang berisi campuran nutrisi dan air yang dituangkan ke dalam sistem sirkulasi air hidroponik.

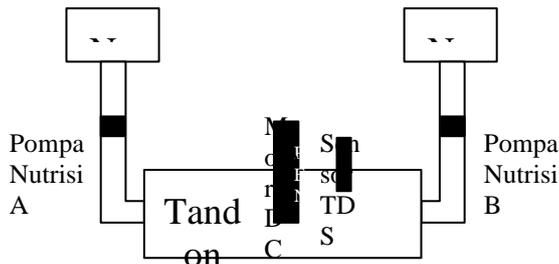
4.2. Perencanaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjadikan proses pencampuran dan pemberian nutrisi dilakukan secara otomatis, dimana alat yang digunakan dapat mencampurkan nutrisi A dan nutrisi B dengan air, serta memberikan nutrisi secara otomatis dengan memanfaatkan arduino UNO. TDS sensor akan mendeteksi zat yang terlarut dalam air pada penampungan campuran. Apabila zat yang terlarut berada pada nilai dibawah kebutuhan nutrisi tanaman, maka nutrisi A dan B masuk ke dalam penampungan secara bersamaan.

Arduino akan memproses input berupa data dari keypad untuk dijadikan acuan banyaknya zat yang terlarut atau target ppm. Kemudian mikrokontroler arduino uno diprogram apabila satuan PPM berada dibawah angka target yang diinputkan, maka mikrokontroler arduino UNO akan langsung memberitahu relay untuk menghidupkan pompa nutrisi A dan B hingga mencapai target ppm yang diinputkan.

4.2.1 Pemodelan

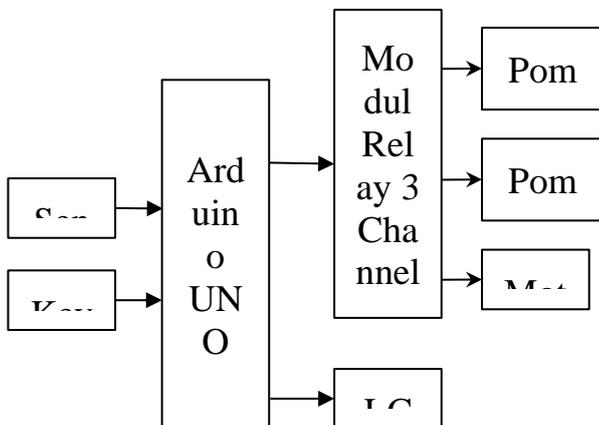
Pada tahap pemodelan dilakukan pembuatan desain alat yang akan dibuat. Sebagaimana pada gambar berikut:



Gambar 10. Desain ampu Alat ran Nutri si

4.2.2 Alur Kerja

Pada tahap alur kerja dilakukan pembuatan desain alur kerja alat yang akan dibuat. Sebagaimana pada gambar berikut:



Gambar 11. Alur Kerja Alat

1. TDS Sensor

Digunakan untuk mengetahui nilai ppm atau zat yang terlarut air di dalam air pada penampungan pencampuran.

2. Keypad 4x4

Digunakan untuk memasukkan target nutrisi yang sesuai dengan tanaman yang akan ditanam.

3. Pompa Air 5V

Digunakan untuk mengendalikan aliran nutrisi menuju penampungan campuran.

4. Motor DC 12V

Digunakan untuk menggerakkan agitator di penampungan pencampuran air dan nutrisi pada penampungan pencampuran.

5. Relay 4 Channel

Digunakan untuk mengendalikan pompa nutrisi A, pompa nutrisi B, motor DC dan pompa utama.

6. LCD 16x2

Berfungsi untuk menampilkan informasi berupa target nutrisi yang dimasukkan pada langkah awal dan informasi nilai PPM pada penampungan pencampuran.

4.3 Implementasi

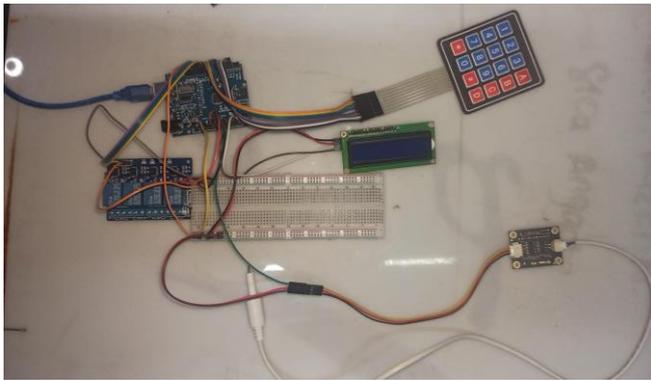
Implementasi dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian. Dengan adanya pemodelan dan alur kerja alat, maka dihasilkan rangkaian koneksi alat dan coding arduino.

4.3.1 Rangkaian Koneksi Arduino

Rangkaian koneksi arduino adalah suatu acuan pada cara menghubungkan berbagai komponen elektronik dengan arduino. Pada tahap ini merupakan salah satu tahap yang sangat penting dimana pada tahap ini akan berpengaruh pada coding yang mana akan ada konfigurasi alat di dalam coding, sehingga konfigurasi antara rangkaian arduino dan coding harus sama. Jika konfigurasi antara rangkaian dan coding tidak sama, maka alat yang di bangun tidak akan bekerja dengan baik atau tidak akan bekerja sama sekali. Berikut adalah rangkaian koneksi arduino :

1. Sensor TDS ke pin analog A0
2. LCD SDA dan SCL ke Arduino pin analog A4 dan A5
3. Keypad Terhubung ke pin digital 2, 3, 4, dan 5 untuk kolom dan pin 6, 7, 8, dan 9 untuk baris
4. Relay terhubung ke pin digital 10, 11, 12, dan 13

Dengan adanya rangkaian tersebut maka dilakukan implementasi pada arduino bisa dilihat pada gambar berikut :



4.3.2 Coding Arduino

Pada tahap selanjutnya adalah membuat *coding* alat dengan menggunakan aplikasi **Arduino IDE**. Pada tahap *coding* harus sesuai dengan konfigurasi rangkaian alat sebagaimana sudah dijelaskan sebelumnya. Maka dihasilkan *coding* seperti gambar berikut :

```

TDS_Meter | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Uno
TDS_Meter.ino
1 #include <Wire.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3 #include <Keypad.h>
4 #include <EEPROM.h>
5 #include "GravityTDS.h"
6
7 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
8 #define TdsSensorPin A0
9 GravityTDS gravityTDS;
10 float temperature = 25, tdsValue = 0;
11
12 const int relayPins[4] = {13, 12, 11, 10};
13 const int pumpAPin = relayPins[0];
14 const int pumpBPin = relayPins[1];
15 const int agitatorPin = relayPins[2];
16
17 const byte ROW_NUM = 4;
18 const byte COLUMN_NUM = 4;
19
20 char keys[ROW_NUM][COLUMN_NUM] = {
21   {'1', '2', '3', 'A'},
22   {'4', '5', '6', 'B'},
23   {'7', '8', '9', 'C'},
24   {'*', '0', '#', 'D'}
25 };
26
27 byte pin_rows[ROW_NUM] = {9, 8, 7, 6};
28 byte pin_column[COLUMN_NUM] = {5, 4, 3, 2};
    
```

Gambar 13. Coding Arduino

4.4 Pengujian

Setelah melakukan implementasi pada arduino di tahap rangkaian dan *coding*, selanjutnya adalah melakukan pengujian alat. Dimana pengujian ini bertujuan untuk mengukur keakuratan alat dalam mengukur jumlah ppm yang terlarut, serta pengecekan terhadap semua perangkat pada alat yang dirancang berjalan dengan baik.

Pada pengujian yang sudah dilakukan, dihasilkan data berupa seberapa akurat pengukuran jumlah ppm yang terlarut dalam air dengan bantuan alat ukur berupa TDS meter. Pengujian dilakukan pada 5 larutan yang berbeda, dan hasil yang didapat

pada pengujian alat bisa dilihat pada gambar berikut :



pada pengujian pertama dilakukan pengukuran terhadap air bersih, dimana pada pengujian pertama hanya memiliki sedikit selisih yang terdapat antara pengukuran menggunakan TDS meter dan alat yang dibuat, yaitu hanya 5 ppm. Pada alat yang dibuat terbaca 167 ppm sedangkan pada TDS meter terbaca 172 ppm.



Pada pengujian kedua dilakukan terhadap larutan yang berbeda dengan hasil yang masih cukup akurat, dimana pada pengujian kedua hanya memiliki sedikit selisih yang terdapat antara pengukuran menggunakan TDS meter dan alat yang dibuat, sama halnya dengan pengujian pertama yaitu hanya terdapat selisih 5 ppm. Pada alat yang dibuat terbaca 600 ppm sedangkan pada TDS meter terbaca 605 ppm.



Pada pengujian ketiga hasil pengukuran terhadap larutan campuran antara air bersih, nutrisi A dan nutrisi B dari TDS meter dan alat yang dibuat penulis tidak terdapat selisih atau bisa dikatakan akurat.



Pada pengujian keempat hasil pengukuran terhadap larutan campuran antara air bersih, nutrisi A dan nutrisi B dari TDS meter dan alat yang dibuat penulis memiliki sedikit selisih yang terdapat antara pengukuran menggunakan TDS meter dan alat yang dibuat, berbeda halnya dengan pengujian pertama dan kedua, pada pengujian keempat terdapat selisih sebesar 8 ppm. Pada alat yang dibuat terbaca 544 ppm sedangkan pada TDS meter terbaca 536 ppm.



Tabel 1. Hasil Pengujian

Berbeda halnya dengan pengujian pertama, kedua, ketiga dan keempat, pada pengujian kelima dilakukan pada hari yang berbeda dimana untuk memastikan apakah alat masih bekerja dengan baik jika sudah dipakai sebelumnya. Setelah dilakukan pengujian terdapat selisih sebesar 2 ppm. Pada alat yang dibuat terbaca 770 ppm sedangkan pada TDS meter terbaca 772 ppm.

Setelah dilakukan pengujian alat, maka hasil yang didapatkan pada tahap pengujian dapat disimpulkan, seperti pada tabel berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Pengujian	TDS Meter	Arduino	Akurasi (%)
1	Pertama	172 ppm	167 ppm	97.09%
2	Kedua	605 ppm	600 ppm	99.17%
3	Ketiga	454 ppm	454 ppm	100%
4	Keempat	536 ppm	544 ppm	98.53%
5	Kelima	772 ppm	770 ppm	99.74%
Persentase Keberhasilan				98.91%

Dari tabel pengujian diatas maka dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat oleh penulis dapat bekerja dengan sangat baik, dimana memiliki tingkat keberhasilan dengan angka 98.91%.

5. KESIMPULAN dan SARAN

5.1. Kesimpulan

Kemajuan teknologi dapat dimanfaatkan dan diaplikasikan pada segala bidang. Baik itu di bidang pertanian, peternakan atau bidang lainnya. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan mikrokontroler di bidang pertanian pada sistem hidroponik. Dimana dengan memanfaatkan mikrokontroler pada sistem hidroponik diharapkan dapat meringankan kerja serta dapat membuat tanaman tumbuh lebih maksimal, sehingga dapat mempercepat masa panen dan meningkatkan jumlah produktivitas.

5.2. Saran

Pada penelitian yang selanjutnya diperlukan alat yang lebih mendukung, yaitu dengan menggunakan sensor TDS dengan pengukuran ppm 0-2000 ppm. Sehingga pada pengukuran ppm diatas 1000 jauh lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, D. S., Suciyo, N., & Maulana, R. (2018). Sistem pakar diagnosis Hama Dan Penyakit komoditas tanaman Padi Berbasis web. *Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2018*, 0(0).
- Basit, A., & Budihartono, E. (2023). Robot Panen Hidroponik berbasis human following. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 12(1), 83–91. <https://doi.org/10.34010/komputika.v12i1.9028>
- Buana, Z., Candra, O., & Elfizon, E. (2019). SISTEM PEMANTAUAN TANAMAN SAYUR DENGAN MEDIA TANAM HIDROPONIK MENGGUNAKAN ARDUINO. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 5(1.1), 74. <https://doi.org/10.24036/jtev.v5i1.10516>
- Calibra, R. G., Ardiansah, I., & Bafdal, N. (2021). Pengendalian Kualitas Air untuk Tanaman Hidroponik Menggunakan Raspberry Pi dan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 7(1). <https://doi.org/10.28932/jutisi.v7i1.3421>
- Devira Ramady, G., Ghea Mahardika, A., Sujana, A., Abduh, M., & Solehudin, M. (2021). Perancangan Model Prototipe Sistem Hidroponik sebagai Media Pembelajaran berbasis Mikrokontroler. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 10(3), 142–148. <https://doi.org/10.30591/smartcomp.v10i3.2923>
- Hakiki, M. I., Darusalam, U., & Nathasia, N. D. (2020). Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 4(1), 150. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i1.1876>
- Haryanto, D., & Kn, N. (2019). Simulator Sistem Pengairan Otomatis Tanaman Hidroponik dengan Arduino. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 20(2), 118. <https://doi.org/10.24912/tesla.v20i2.2988>
- Kamolani, A., & Sampebatu, L. (2021). Rancang Bangun Prototipe Pengaman Ruangan dengan Input Kode PIN dan Multi Sensor Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ampere*, 6(1), 22. <https://doi.org/10.31851/ampere.v6i1.5980>
- Karim, S., Khamidah, I. M., & Yulianto. (2021). Sistem Monitoring Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Arduino UNO dan NodeMCU. *Buletin Poltanesa*, 22(1). <https://doi.org/10.51967/tanesa.v22i1.331>
- Lubis, Z., Saputra, L. A., Winata, H. N., Annisa, S., Muhazzir, A., satria, B., & Wahyuni, M. S. (2019). KONTROL MESIN AIR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DENGAN SMARTPHONE. *Buletin Utama Teknik*, 14(3), 155–159.
- Nur Alfani, A., & Ramadhan, V. (2022). PROTOTYPE DETEKTOR GAS DAN MONITORING SUHU BERBASIS ARDUINO UNO. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 9(2), 61–69. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v9i2.5380>
- Nurkodri, M. S., Amir, A., & Zamzami, Z. (2023). Analisis pengaruh dana perimbangan dan investasi terhadap pertumbuhan ekonomi di Kabupaten/Kota dalam Provinsi Jambi. *e-Jurnal Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan*, 12(1), 29-38.
- Nurkodri, M. S., Pasla, B. N. P., & Laryan, P. (2023). Analysis of the Contribution of Balance Funds to Total Government Revenues in Regency/Municipality in Jambi Province. *Jurnal Prajaiswara*, 4(1).
- Nurkodri, M. S., Malau, A. R., & Amalia, F. (2023). Analysis of the Effect of Balance Funds on Economic Growth in Regency/Municipality in Jambi Province. *Jurnal Prajaiswara*, 4(1).
- Pasla, B. N., Frimawaty, E., Nasution, I., Dianto, M., Almahendra, R., & Ferina, I. S. (2022). VOSviewer: Bibliometric Analysis Tools for Industry 4.0 and Supply Chain. *Jurnal Prajaiswara*, 3(2), 75-88.
- Reforma, B., Ma'arif, A., & Sunardi, S. (2022). Alat Pengukur Kualitas Air Bersih Berdasarkan Tingkat Kekeruhan dan Jumlah Padatan Terlarut. *Jurnal Teknologi Elektro*, 13(2), 66. <https://doi.org/10.22441/jte.2022.v13i2.002>
- Rusman, J., Michael, A., Garonga, M., &

- Paongan, Y. (2023). Sistem kontrol kadar nutrisi tanaman hidroponik berbasis arduino UNO. *Journal Dynamic Saint*, 7(2), 8–14. <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v7i2.1895>
- Ruuhwan, R., Rizal, R., & Karyana, I. (2019b). Sistem Kendali dan Monitoring Pada Rumah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT). *Innovation in Research of Informatics (INNOVATICS)*, 1(2). <https://doi.org/10.37058/innovatics.v1i2.877>
- Sastro, Y dan Rokhmah N.A. 2016. *Hidroponik Sayuran di Perkotaan*. Seri Pertanian Perkotaan, BPTP DKI Jakarta, Kementerian Pertanian
- Setiadi, I. (2019). PENGAMAN LAJU AIR UMPAN UNTUK ARSINUM KAPASITAS 5M3/HARI MENGGUNAKAN PRESSURE SWITCH DAN SOLENOID VALVE. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 11(2). <https://doi.org/10.29122/jrl.v11i2.3442>
- View of PEMANFAATAN LAHAN DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM HIDROPONIK. (n.d.). Retrieved October 23, 2023, from <https://journal.unita.ac.id/index.php/bonoro/article/view/14/11>
- Wirawati, S. M., & Arthawati, S. N. (2021). MENINGKATAN PENDAPATAN MASYARAKAT MELALUI BUDIDAYA TANAMAN SAWI DENGAN METODE HIDROPONIK DI DESA PELAWAD KECAMATAN CIRUAS. *ABDIKARYA: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.47080/abdikarya.v3i1.1151>
- WN, B. (2016, November 17). *Tabel PPM dan pH Nutrisi Hidroponik*. HIDROPONIKPEDIA. <https://hidroponikpedia.com/tabel-ppm-dan-ph-nutrisi-hidroponik/>