



Pengembangan Sistem Akuaponik Vertikal untuk Optimalisasi Pemanfaatan Ruang di Perkotaan pada Akuaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO

Ananda Al Buckhori ¹, Tata Sutabri ²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains Teknologi,
Universitas Bina Darma, Indonesia

Jalan Jenderal Ahmad Yani No.12 Plaju

Korespondensi penulis: anandaalbuckhori.19@gmail.com

***Abstract** Vertical Aquaponics System for Optimal Space Management Overview Due to rapid urban development, less land available for agriculture. Vertical aquaponics systems offer innovative solutions to overcome these problems. This research aims to design and develop a vertical aquaponic system that is efficient and effective in utilizing limited urban space. This system combines fish farming and plant cultivation simultaneously in a closed system. The nutrient-rich water from the fish pond is flowed into the plant substrate in a circular process. The vertical design of the system allows for high productivity in very limited areas. . The results of the study aim to contribute to the development of sustainable urban agriculture and increase food availability in urban areas. Overview Due to rapid urban development, less and less land is available for agricultural activities. Vertical aquaponics systems offer innovative solutions to overcome these problems. This research aims to design and develop a vertical aquaponics system that efficiently and effectively utilizes limited space in the city. This system combines fish farming and plant cultivation simultaneously in a closed system. Nutrient-rich water from fish ponds is flowed into the plant growth substrate. The results of this research are expected to contribute to the development of sustainable urban agriculture and increase food availability in urban areas.*

Keywords : Urban, Arduino UNO Microcontroller, System Development.

Abstrak Sistem Akuaponik Vertikal untuk Pengelolaan Ruang yang Optimal Ikhtisar Karena pesatnya perkembangan perkotaan, semakin sedikit lahan tersedia untuk pertanian. Sistem akuaponik vertikal menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem akuaponik vertikal yang efisien dan efektif memanfaatkan ruang perkotaan yang terbatas. Sistem ini menggabungkan budidaya ikan dan budidaya tanaman secara bersamaan dalam sistem tertutup. Air kaya nutrisi dari kolam ikan dialirkan ke substrat tanaman dalam proses melingkar. Desain vertikal sistem memungkinkan produktivitas tinggi di area yang sangat terbatas. Hasil penelitian tersebut bertujuan untuk berkontribusi terhadap pengembangan pertanian perkotaan berkelanjutan dan meningkatkan ketersediaan pangan di perkotaan. Ikhtisar Karena pesatnya perkembangan perkotaan, semakin sedikit lahan yang tersedia untuk kegiatan pertanian. Sistem akuaponik vertikal menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem akuaponik vertikal yang efisien dan efektif memanfaatkan ruang terbatas di perkotaan. Sistem ini menggabungkan budidaya ikan dan budidaya tanaman secara bersamaan dalam sistem tertutup. Air kaya nutrisi dari kolam ikan dialirkan ke substrat pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan pertanian perkotaan berkelanjutan dan meningkatkan ketersediaan pangan di perkotaan.

Kata kunci : Perkotaan, Mikrokontroler Arduino UNO, Pengembangan Sistem.

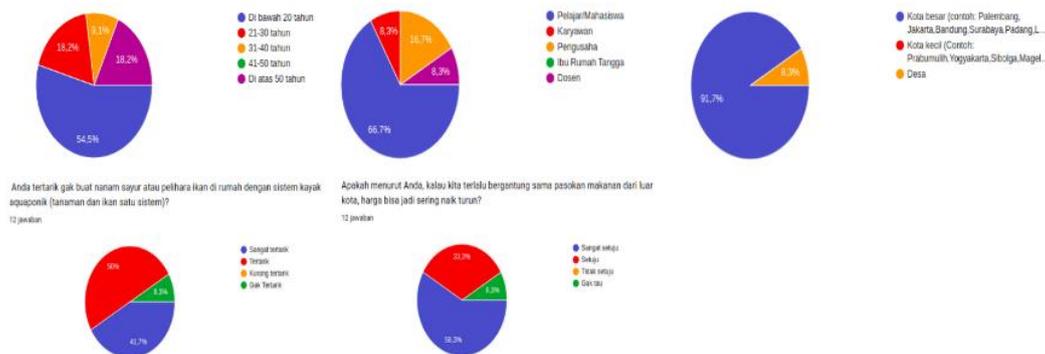
1. LAKAR BELAKANG

Ketahanan pangan di perkotaan semakin terancam. Dengan 68% populasi dunia diperkirakan akan tinggal di perkotaan pada tahun 2050 (FAO), lahan pertanian menjadi semakin langka. Di Indonesia, data BPS menunjukkan peningkatan yang signifikan di bidang-bidang utama di berbagai provinsi. Di Sumatera Selatan, luas wilayah berisiko mencapai 733.000 hektar pada tahun 2018. Hal ini mencerminkan tantangan besar dalam

mempertahankan produksi pangan berkelanjutan di wilayah perkotaan. Keterbatasan lahan di perkotaan mendorong inovasi dalam sistem pertanian. Alternatif yang menjanjikan adalah sistem akuaponik vertikal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem akuaponik vertikal yang efisien untuk mengoptimalkan pemanfaatan ruang di perkotaan. Ini adalah sistem yang menggabungkan budidaya ikan dan tanaman secara bersamaan dalam struktur bertingkat. Eksperimen mengukur pertumbuhan tanaman, kualitas air, dan produktivitas ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem akuaponik vertikal berpotensi memaksimalkan pemanfaatan ruang dan mencapai produktivitas unggul. Selain itu, sistem ini terbukti ramah lingkungan karena dapat mengurangi konsumsi air dan pestisida. Oleh karena itu, sistem akuaponik vertikal dapat menjadi solusi inovatif untuk memenuhi kebutuhan pangan perkotaan.

Perkembangan urbanisasi yang pesat telah menyebabkan semakin terbatasnya lahan yang tersedia di perkotaan. Pertumbuhan penduduk yang tinggi dan meningkatnya kebutuhan akan pangan semakin mendesak untuk mencari solusi inovatif dalam pemanfaatan lahan. Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah sistem pertanian perkotaan, seperti sistem aquaponik vertikal. Sistem ini menawarkan solusi yang efisien dalam memanfaatkan ruang terbatas dengan menggabungkan budidaya ikan dan tanaman secara simultan

Ada beberapa survey mengenai tenatang konsumen yang menginginkan menggunakan akuaponik di perkotaan



2. KAJIAN TEORINTIS

a. Akuaponik

- Definisi: Kombinasi budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem tertutup. Kotoran ikan berfungsi sebagai pupuk alami bagi tanaman, sementara tanaman menyaring air untuk menjaga kualitas air bagi ikan.

- Prinsip Kerja: Jelaskan siklus nutrisi dalam sistem akuaponik, mulai dari produksi amonia oleh ikan, nitrifikasi oleh bakteri, hingga penyerapan nutrisi oleh tanaman.
 - Jenis Akuaponik: Bedakan antara sistem akuaponik konvensional dan sistem akuaponik vertikal, serta kelebihan dan kekurangan masing-masing.
 - Keunggulan Akuaponik:
 - Efisiensi penggunaan air
 - Produksi yang berkelanjutan
 - Kualitas produk yang tinggi
 - Potensi untuk pertanian perkotaan
 - Tantangan dalam Akuaponik:
 - Pengendalian kualitas air
 - Pemilihan jenis tanaman dan ikan yang kompatibel
 - Perawatan sistem yang intensif
- b. Sistem Akuaponik Vertikal
- Konsep: Penerapan sistem akuaponik pada ruang vertikal, seperti dinding atau rak.
 - Keunggulan:
 - Efisiensi penggunaan lahan
 - Estetika yang menarik
 - Potensi untuk budidaya berbagai jenis tanaman
 - Tantangan:
 - Desain sistem yang kompleks
 - Distribusi nutrisi yang merata
 - Pengendalian hama dan penyakit
- c. Mikrokontroler Arduino UNO
- Definisi: Platform open-source berbasis mikrokontroler yang populer digunakan untuk berbagai proyek elektronik.
 - Fungsi:
 - Mengontrol komponen elektronik lainnya
 - Mengumpulkan data dari sensor
 - Mengolah data dan membuat keputusan
 - Keunggulan:
 - Mudah digunakan
 - Komunitas pengguna yang besar
 - Fleksibel dan dapat diprogram

- Aplikasi dalam Akuaponik:
 - Mengontrol pompa air
 - Mengatur pencahayaan
 - Memantau parameter kualitas air (pH, suhu, oksigen terlarut)
- d. Optimalisasi Pemanfaatan Ruang di Perkotaan
 - Konteks Perkotaan:
 - Keterbatasan lahan
 - Pertumbuhan penduduk
 - Kebutuhan akan pangan segar
 - Akuaponik sebagai Solusi:
 - Memanfaatkan ruang vertikal
 - Produksi pangan lokal
 - Tantangan:
 - Regulasi perkotaan
 - Ketersediaan sumber daya
- e. 5. Pengembangan Sistem Akuaponik Vertikal
 - Tahapan Pengembangan:
 - Perancangan sistem
 - Pemilihan komponen
 - Pemrograman Arduino
 - Implementasi dan pengujian
 - Aspek yang Perlu Dipertimbangkan:
 - Kapasitas sistem
 - Jenis tanaman dan ikan
 - Sistem pencahayaan
 - Sistem aerasi
 - Sistem monitoring dan kontrol

3. PERMASALAHAN MITRA

Ada permasalahan yang bias diidentifikasi yaitu:

- ❖ Keterbatasan Lahan:
 - Dampak: Menghambat perluasan usaha budidaya, baik ikan maupun tanaman.
 - Penyebab: Pertumbuhan penduduk dan alih fungsi lahan menjadi faktor utama.
- ❖ Keterbatasan Dana:

- Dampak: Membatasi akses terhadap teknologi modern, bibit unggul, dan input produksi lainnya.
- Penyebab: Pendapatan petani yang rendah, sulitnya mendapatkan kredit, dan tingginya biaya produksi.

Akses Informasi yang Tidak Merata:

- Dampak: Petani sulit mengadopsi teknologi baru dan metode budidaya yang lebih efisien.
- Penyebab: Kurangnya literasi digital, infrastruktur komunikasi yang terbatas, dan kurangnya penyuluhan yang efektif.

❖ Teknologi Budidaya Tradisional:

- Dampak: Produktivitas rendah, kualitas produk kurang baik, dan rentan terhadap hama dan penyakit.
- Penyebab: Kurangnya pengetahuan tentang teknologi modern, serta keterbatasan akses terhadap teknologi tersebut.

❖ Kurangnya Pelatihan:

- Dampak: Petani kurang memiliki keterampilan dalam mengelola budidaya, termasuk dalam hal pembenihan, pemupukan, dan pengendalian hama penyakit.
- Penyebab: Kurangnya program pelatihan yang terstruktur dan berkelanjutan, serta minimnya tenaga penyuluh yang kompeten.

❖ Kurangnya Modal:

- Dampak: Menghambat pengembangan usaha, termasuk pembelian bibit, pakan, dan peralatan.
- Penyebab: Tingkat pendapatan petani yang rendah, sulitnya mendapatkan akses kredit, dan ketidakpastian pasar.

❖ Produktivitas Rendah:

- Dampak: Pendapatan petani rendah, sulit bersaing di pasar, dan kurangnya motivasi untuk mengembangkan usaha.
- Penyebab: Keterbatasan lahan, teknologi, dan modal, serta kurangnya pengetahuan tentang manajemen budidaya.

❖ Kendala Pemasaran:

- Dampak: Sulit menjual hasil produksi dengan harga yang menguntungkan.
- Penyebab: Kurangnya informasi pasar, akses ke pasar yang terbatas, dan kurangnya kerjasama dengan kelompok tani atau koperasi.

4. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian dilakukan secara terstruktur dengan melakukan Analisa permasalahan terlebih dahulu, Studi Literatur, Mengalisa kebutuhan, Implementasi serta Uji coba dan indentifikasi kesalahan. Analisa permasalahan yaitu dengan memahami beberapa elemen dalam berbagai situasi dalam permasalahan yang ada kemudian mencari solusi peyelesaiannya.

Analisa Kebutuhan yaitu menganalisa alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penyelesaian masalah, termasuk kebutuhan alat dan bahan, Dalam pembuatan alat tugas akhir ini memerlukan beberapa komponen dan bahan. Komponen dari bahan yang digunakan dalam pembuatan penelitian ini adalah :

- Tangki Ikan: Wadah tempat ikan hidup dan menghasilkan amonia yang nantinya akan diolah oleh bakteri menjadi nitrat sebagai nutrisi tanaman.
- Tangki ikan aquaponik
- Media Tanam: Bahan yang digunakan untuk menopang akar tanaman, seperti kerikil, zeolit, atau rockwool.
- Tanaman: Pilihlah tanaman yang cocok untuk sistem aquaponik, seperti selada, kangkung, atau tomat.
- Pipa: Digunakan untuk menghubungkan tangki ikan dengan bedengan tanaman dan memompa air.
- Pompa Air: Berfungsi untuk memompa air dari tangki ikan ke bedengan tanaman dan kembali lagi.
- Filter: Menyaring kotoran dan sisa pakan ikan agar kualitas air tetap terjaga.
- Bakteri Nitrifikasi: Bakteri ini berperan penting dalam mengubah amonia menjadi nitrat yang dapat diserap oleh tanaman.

A. Bahan yang di gunakan unuk membuat alat :

- Arduino Uno: Sebagai otak dari sistem.
- Sensor pH: Untuk mengukur tingkat keasaman air
- Potensiometer: Untuk kalibrasi sensor pH.
- Resistor: Untuk menyesuaikan tegangan sensor pH.
- LCD: (Optional) Untuk menampilkan nilai pH secara real-time.
- Pompa: (Optional) Untuk mendistribusikan larutan pH adjuster jika diperlukan.
- Kabel jumper: Untuk menghubungkan semua komponen.

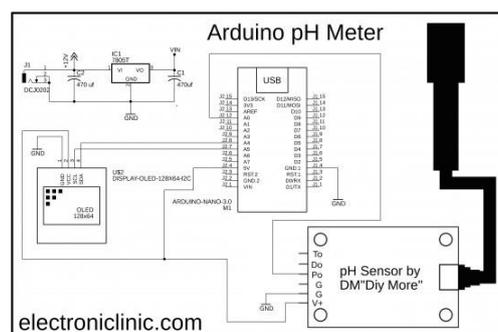
B. Langkah-langkah Membuat Akuaponik:

1. Siapkan Kontainer: Bersihkan kontainer yang akan digunakan sebagai akuarium dan media tanam. Pastikan tidak ada sisa deterjen atau bahan kimia lainnya.
2. Isi Akuarium: Isi akuarium dengan air bersih dan tambahkan ikan.
3. Siapkan Media Tanam: Isi media tanam ke dalam wadah yang terpisah. Pastikan media tanam bersih dan tidak mengandung hama.
4. Hubungkan Sistem: Hubungkan akuarium dengan media tanam menggunakan pipa. Pasang pompa air untuk mengalirkan air dari akuarium ke media tanam dan kembali lagi.
5. Tanam Bibit: Tanam bibit tanaman pada media tanam yang sudah disiapkan.
6. Tambahkan Bakteri Nitrifikasi: Tambahkan bakteri nitrifikasi ke dalam akuarium untuk memulai proses pengolahan amonia.
7. Perawatan:
 - o Ganti air secara berkala: Ganti sebagian air akuarium setiap minggu untuk menjaga kualitas air.
 - o Bersihkan filter: Bersihkan filter secara teratur untuk mencegah penyumbatan.
 - o Pantau pertumbuhan tanaman dan ikan: Berikan pakan ikan sesuai kebutuhan dan perhatikan pertumbuhan tanaman.

C. Pembuatan alat pengukur ph :

1. Sensor pH: Sensor pH mengubah nilai pH menjadi tegangan analog.
2. Arduino: Membaca tegangan analog dari sensor pH dan mengkonversinya menjadi nilai digital.
3. Perhitungan: Arduino melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai pH yang sebenarnya berdasarkan data kalibrasi.
4. Tampilan: Nilai pH ditampilkan pada LCD atau dapat dikirim ke perangkat lain seperti smartphone melalui modul komunikasi seperti Bluetooth atau Wi-Fi.
5. Kontrol: Jika nilai pH di luar rentang yang diinginkan, Arduino dapat mengaktifkan pompa untuk menambahkan larutan pH adjuster.

D. Diagram rangkaian sederhana ;



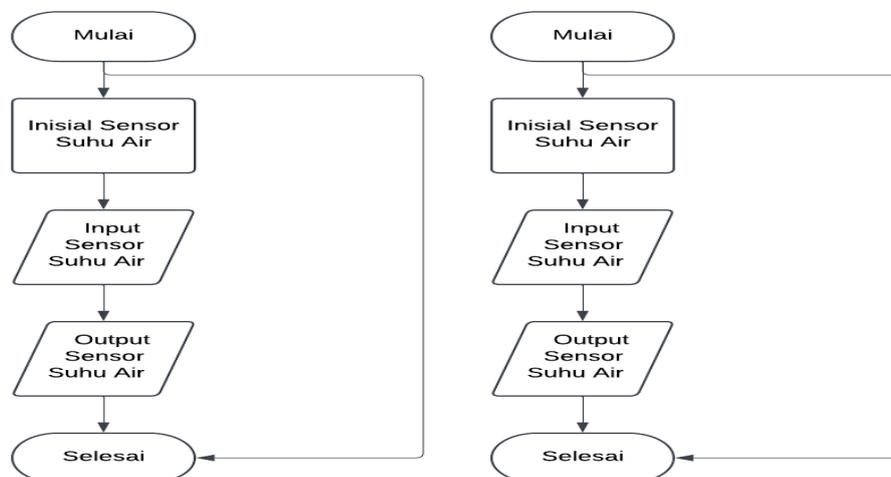
Flowchart adalah salah satu jenis diagram, dan diagram alir atau flowchart adalah jenis diagram yang mewakili suatu algoritma, alur kerja, atau proses dan menampilkan langkah-langkah dalam bentuk simbol grafis. Flowchart dibawah ini Cara kerja alat dan cara kerja :

E. Deskripsi Flowchart sensor pH air :

1. Setelah sistem dijalankan, sensor pH air, LCD, dan komponen pendukung lainnya dll disambungkan menjadi satu komponen Semua komponen sistem disiapkan ().
2. Input berasal dari komponen sensor pH air.
3. Sensor pH air kemudian mengirimkan data ke Arduino berupa nilai pH air , yang ditampilkan pada LCD .

F. Diagram Alir Sensor Suhu Deskripsi:

1. Saat sistem melakukan booting, semua komponen sistem telah disiapkan, termasuk: Sensor suhu air, LCD , dan komponen pendukung lainnya. Ini adalah komponen yang terhubung dan terintegrasi.
2. Input berasal dari komponen sensor suhu air.
3. Sensor suhu air kemudian mengirimkan data berupa pH air ke Arduino dan menampilkannya pada LCD.



G. Desain Sirkuit Keseluruhan

Desain sirkuit keseluruhan alat terdiri dari empat elemen kunci yang terintegrasi satu sama lain. Elemen kunci ini adalah rangkaian masukan, rangkaian pengontrol , rangkaian keluaran, dan program perangkat lunak yang saling terintegrasi. Rangkaian ini terdiri dari komponen elektronik berupa input atau output yang diperlukan agar mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik. Rangkaian lengkap perangkat dapat dilihat pada diagram berikut:

DS18B20 Struktur Sensor Suhu. Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor suhu yang menggunakan antarmuka kabel tunggal, sehingga hanya digunakan beberapa kabel untuk pemasangannya. Uniknya, sensor ini bisa digunakan secara paralel dengan satu input. Artinya Anda dapat menggunakan beberapa sensor DS18B20, namun keluaran sensor hanya akan terhubung ke satu PIN Arduino. Oleh karena itu sensor ini banyak digunakan, apalagi sensor ini tahan air sehingga Anda dapat menjadikan sensor ini sebagai pengukur dan mengontrol pemanas air. Di sisi lain, resistor ini bertindak sebagai "pull-up" pada jalur data dan diperlukan untuk memastikan proses transfer data tetap stabil dan dalam kondisi baik.

Saat merancang PH meter, PH meter adalah perangkat elektronik yang mengukur pH (keasaman atau alkalinitas derajat) cairan (ada elektroda khusus yang mengukur pH bahan semi-padat).

Pengukur pH terdiri dari elektroda (probe pengukur) yang terhubung ke perangkat elektronik yang mengukur dan menampilkan pH. Alat ini sangat berguna untuk mengukur kejernihan air akuarium Anda.

Tampilkan pada LCD. Perancangan Sistem Perancangan sistem pada perangkat lunak Arduino sangat penting karena program dibuat dan diunggah menggunakan perangkat lunak Arduino. Hal ini dimaksudkan untuk memasukkan kode program ke dalam Arduino.

Langkah ini dimaksudkan untuk memilih jenis mikrokontroler Arduino yang akan Anda gunakan untuk membangun sistem Anda. Arduino Uno R3 digunakan untuk mengembangkan alat ini. Selain langkah di atas, Anda juga perlu menginisialisasi port serial agar Arduino dapat terhubung ke komputer Anda, biasanya melalui kabel USB. Di bawah ini adalah contoh inisialisasi port Arduino dengan pada software Arduino IDE.

▪ Alat :

Di bawah ini adalah tampilan level untuk memasukkan kode program ke dalam software. Implementasi Sistem Menerapkan dan mengembangkan sistem untuk memecahkan masalah. Tujuan pengujian mikrokontroler dengan alat ini adalah untuk mengetahui apakah alat yang dibuat dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan desain. Pengujian dengan alat ini tidak hanya mencakup pengujian keseluruhan, tetapi juga pengujian seluruh blok. Tes pada setiap blok dilakukan untuk menemukan kesalahan dan memfasilitasi analisis mikrokontroler jika perangkat tidak beroperasi sebagaimana mestinya.

1. Pengujian Komponen Pengujian Komponen menjelaskan rencana pengujian mikrokontroler selama pembuatan dan pengujian dilakukan sesuai dengan rencana yang telah dibahas. Awalnya, pengujian dijalankan pada secara terpisah, dimulai dengan

komponen yang digunakan untuk mengembangkan alat ini, dan mencapai hasil yang diinginkan. Pengujian kemudian dilanjutkan pengujian seluruh komponen mikrokontroler seri yang terpasang. Pengujian yang dilakukan sebanyak yaitu Uji Sensor pH Air , Uji Sensor Suhu DS18B20, dan Uji LCD 16x2.

- a. Pengujian Sensor pH Air Pengujian sensor pH air adalah proses penghitungan pH air hanya berdasarkan sensor tersebut. Sensor pH air menggunakan sinyal analog untuk transmisi. Sinyal analog ini memiliki jangkauan 10 bit dan berkisar antara 0 hingga 1023. Perhatikan bahwa nilai yang dikeluarkan oleh sensor merupakan nilai ADC yang diproses lebih lanjut (konverter analog-ke-digital). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor berfungsi dengan baik.
- b. Pengujian sensor suhu air ini merupakan proses perhitungan untuk sensor suhu air , dan didasarkan pada sensor ini saja. Tes ini dilakukan untuk memeriksa apakah sensor berfungsi dengan baik. Hingga saat ini, pengujian telah dilakukan terhadap sampel air di media akuarium.
- c. Uji LCD 16x2 Pada tahap ini, menguji komunikasi antara mikrokontroler Arduino dan LCD 16x2. Alat ini menggunakan LCD 16x2 sebagai monitor untuk lebih mudah melihat cara kerja sistem pengawasan Anda.

▪ Kode Arduino:

Kode Arduino akan bervariasi tergantung pada jenis sensor pH yang digunakan dan library yang digunakan. Namun, secara umum, kode akan mencakup:

- Inisialisasi pin: Menentukan pin yang terhubung dengan sensor pH, LCD, dan komponen lainnya.
- Kalibrasi sensor: Melakukan kalibrasi sensor pH menggunakan larutan buffer dengan pH yang diketahui.
- Membaca nilai sensor: Membaca nilai analog dari sensor pH dan mengkonversinya menjadi nilai pH.
- Menampilkan nilai pH: Menampilkan nilai pH pada LCD atau mengirimkannya ke perangkat lain.
- Kontrol pompa: Mengaktifkan pompa jika nilai pH di luar rentang yang diinginkan.

Pembuatan Kode Program

Penulisan kode program dilakukan untuk memberikan instruksi dengan menggunakan bahasa pemrograman C, C++, Python, dan Pascal. Anda dapat memilih dari keempat bahasa pemrograman ini yang tujuannya menjalankan sistem sesuai dengan kode program yang dimasukkan. Bagi Arduino, kode program merupakan bagian terpenting dalam pembuatannya,

sehingga sistem tidak dapat bekerja tanpa kode program perangkat. Di bawah ini adalah tampilan level untuk memasukkan kode program ke dalam software.:

a. Bahasa C :

```
1 #include <Arduino.h>
2
3 // Pin analog untuk sensor pH
4 const int pHSensorPin = A0;
5
6 // Fungsi untuk membaca nilai pH dari sensor
7 float readPH() {
8   // Membaca nilai analog dari sensor
9   int sensorValue = analogRead(pHSensorPin);
10
11   // Menghitung pH berdasarkan nilai analog
12   // Asumsi: Sensor pH memberikan 0-5V untuk pH 0-14
13   float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0); // Mengkonversi ke volt
14   float pH = 7 + ((2.5 - voltage) / 0.10); // Menghitung pH (asumsi kalibrasi)
15   return pH;
16 }
17
18
19 void setup() {
20   // Memulai komunikasi serial
21   Serial.begin(9600);
22 }
23
24 void loop() {
25   // Membaca nilai pH
26   float pHValue = readPH();
27
28   // Menampilkan nilai pH ke Serial Monitor
29   Serial.println("Nilai pH: ");
30   Serial.println(pHValue);
31
32   // Delay sebelum pembacaan berikutnya
33   delay(2000); // Membaca setiap 2 detik
34 }
```

b. Bahasa C++ :

```
1 #include <Arduino.h>
2
3 // Pin analog untuk sensor pH
4 const int pHSensorPin = A0;
5 // Variabel untuk menyimpan nilai pH
6 float pHValue = 0.0;
7
8 // Fungsi untuk membaca nilai pH dari sensor
9 float readPH() {
10   // Membaca nilai analog dari sensor
11   int sensorValue = analogRead(pHSensorPin);
12
13   // Menghitung pH berdasarkan nilai analog
14   // Asumsi: Sensor pH memberikan 0-5V untuk pH 0-14
15   float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0); // Mengkonversi ke volt
16   float pH = 7 + ((2.5 - voltage) / 0.10); // Menghitung pH (asumsi kalibrasi)
17   return pH;
18 }
19
20
21 void setup() {
22   // Memulai komunikasi serial
23   Serial.begin(9600);
24 }
25
26 void loop() {
27   // Membaca nilai pH
28   pHValue = readPH();
29
30   // Menampilkan nilai pH ke Serial Monitor
31   Serial.println("Nilai pH: ");
32   Serial.println(pHValue);
33
34   // Delay sebelum pembacaan berikutnya
35   delay(2000); // Membaca setiap 2 detik
36 }
```

c. Bahasa pascal

```
1 program pHMeasurement;
2
3 uses
4   HardwareIO,
5   AnalogIO, Integer;
6
7 sensorValue: Integer;
8 voltage: float;
9 pHValue: float;
10
11 function ReadAnalog(pin: Integer): Integer;
12 // Simulasikan pembacaan nilai dari sensor pH
13 // Simulasikan dengan fungsi pembacaan sensor yang realistis
14 ReadAnalog := Random(1024); // Menghasilkan nilai acak antara 0-1023
15 end;
16
17 Randomize; // Inisialisasi generator angka acak
18
19 writeln('pH Meter');
20 writeln('-----');
21
22 begin
23   while True do
24     // Baca nilai pH dari sensor pH
25     sensorValue := ReadAnalog(A0); // Pin analog 0
26
27     // Konversi nilai sensor menjadi tegangan
28     voltage := sensorValue * (5.0 / 1023.0);
29
30     // Konversi tegangan menjadi pH (kalibrasi sesuai dengan sensor Anda)
31     pHValue := 7.0 + (2.5 - voltage) * 0.1; // contoh kalibrasi
32
33     // Tampilkan nilai pH
34     writeln('pH Value: ', pHValue:0:2);
35
36     // Delay sebelum pengukuran berikutnya
37     delay(1000);
38   end;
39 end.
```

d. Bahasa python

```
1 # Import library
2 import sys, random, math
3
4 # Pin analog untuk sensor pH
5 pH_SENSOR_PIN = A0
6
7 # Variabel untuk menyimpan nilai pH
8 pH_value = 0.0
9
10 # Pin untuk LED
11 LED_PIN = 13
12
13 # Fungsi untuk membaca nilai pH dari sensor
14 def read_ph():
15     # Membaca nilai analog dari sensor
16     sensor_value = analog_read(pH_SENSOR_PIN)
17
18     # Menghitung pH berdasarkan nilai analog
19     # Asumsi: Sensor pH memberikan 0-5V untuk pH 0-14
20     voltage = sensor_value * (5.0 / 1023.0) # konversi ke volt
21     pH = 7.0 + ((2.5 - voltage) / 0.10) # contoh kalibrasi
22     return pH_value
23
24 # Fungsi untuk menampilkan nilai pH ke Serial Monitor
25 def print_ph():
26     print("Nilai pH: ")
27     print(pH_value)
28
29 # Fungsi untuk menyalakan LED
30 def led_on():
31     digitalWrite(LED_PIN, HIGH)
32
33 # Fungsi untuk mematikan LED
34 def led_off():
35     digitalWrite(LED_PIN, LOW)
36
37 # Fungsi untuk menunggu waktu tertentu
38 def sleep(t):
39     time.sleep(t)
40
41 # Memulai komunikasi serial
42 print("Program diinisialisasi.")
43
44 # Memulai program
45 while True:
46     # Membaca nilai pH
47     pH_value = read_ph()
48
49     # Menampilkan nilai pH ke Serial Monitor
50     print_ph()
51
52     # Menyalakan LED
53     led_on()
54
55     # Menunggu waktu tertentu sebelum pengukuran berikutnya
56     sleep(2)
57
58     # Mematikan LED
59     led_off()
60
61 # Memulai program
62 print("Program diinisialisasi.")
```

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

- Perancangan Sistem Akuaponik Vertikal:
 - Sistem akuaponik vertikal yang dirancang menggunakan *microcontroller* Arduino UNO untuk mendukung efisiensi ruang di perkotaan.
 - Komponen utama meliputi: tangki ikan, media tanam, pompa air, sensor (pH dan suhu), serta sistem kontrol berbasis Arduino.
 - Sistem diuji untuk menilai efektivitasnya dalam mengoptimalkan siklus nutrisi antara ikan dan tanaman.
- Pengujian Komponen:
 - Sensor pH Air: Mengukur tingkat keasaman air untuk menjaga kualitas ekosistem.
 - Sensor Suhu DS18B20: Memantau suhu air untuk memastikan lingkungan optimal bagi ikan dan tanaman.
 - LCD 16x2: Menampilkan data real-time seperti pH air dan suhu.
- Efisiensi Ruang dan Produktivitas:
 - Dengan desain vertikal, sistem mampu memanfaatkan ruang sempit untuk menghasilkan ikan dan tanaman secara bersamaan.
 - Sistem ini mengurangi penggunaan air hingga 90% dibandingkan pertanian konvensional.
- Keberlanjutan:
 - Sistem mendukung prinsip pertanian berkelanjutan dengan mengurangi konsumsi air, penggunaan pestisida, dan limbah organik.
 - Keunggulan Sistem:
 - Efisiensi Ruang: Pemanfaatan ruang vertikal memungkinkan integrasi budidaya tanaman dan ikan di area perkotaan yang terbatas.
 - Pengelolaan Nutrisi Alami: Limbah ikan diolah menjadi pupuk organik untuk tanaman, sedangkan tanaman membantu menyaring air untuk ikan.
 - Teknologi Arduino: Memberikan kontrol otomatis pada sistem akuaponik, termasuk memantau parameter lingkungan.
 - Tantangan yang Dihadapi:
 - Stabilitas Sensor: Sensor pH yang digunakan memerlukan peningkatan kualitas agar hasil pengukuran lebih stabil.
 - Desain Kompleksitas: Sistem memerlukan keahlian khusus untuk desain dan implementasi agar distribusi nutrisi merata.

- Pemeliharaan Sistem: Dibutuhkan perawatan intensif, termasuk pembersihan filter dan pengawasan kualitas air.
- Manfaat Bagi Perkotaan:
 - Sistem ini memberikan solusi nyata terhadap keterbatasan lahan di perkotaan.
 - Berpotensi mengurangi ketergantungan pada pasokan pangan luar kota dengan produksi lokal yang segar.
 - Meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap inovasi teknologi di sektor pertanian.
- Saran untuk Pengembangan:
 - Penggunaan Sensor Tambahan: Seperti sensor kejernihan air untuk kontrol kualitas yang lebih baik.
 - Optimasi Algoritma Arduino: Untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan nutrisi dan penggunaan energi.
 - Pelatihan dan Edukasi: Meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang instalasi dan pemeliharaan sistem akuaponik.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Secara umum aquaponik dapat memecahkan masalah krisis pangan yaitu menghasilkan ikan dan tanaman dengan efisiensi lahan dan discuss. Keuntungan sistem aquaponik yang lain adalah mudah dan biaya rendah, dapat dikembangkan dengan berbagai suplemen dan materi lain, menghemat waktu karena dapat dilakukan di lokasi yang kita inginkan & sarana hiburan dan pendidikan keluarga dan sudah pasti adalah menghasilkan produk alami yang berkualitas serta ramah lingkungan. Teknologi aquaponik budidaya ikan dan tanaman sangat membantu pemerintah untuk mengatasi rendahnya konsumsi ikan dan sekaligus meningkatkan kesehatan masyarakat. Teknologi aquaponik sangat memungkinkan untuk dicobakan pada berbagai jenis ikan dan tanaman dan dapat dikembangkan dalam skala yang lebih besar.

Untuk lebih mengembangkan penelitian ini, berikut adalah saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan dari hasil penelitian ini.

1. Untuk penggunaan sensor pH air ini, diharapkan penelitian selanjutnya dapat memudahkan pemilihan sensor. memiliki kualitas yang lebih baik karena sensor yang digunakan saat ini belum bagus dan pengukuran mungkin belum stabil.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan sensor lain seperti sensor kejernihan air dan sensor lainnya.

7. DAFTAR REFERENSI

- Andi, H. (2021). Rancang bangun e-CRM dengan pendekatan framework of dynamic berbasis web. *Jurnal Portal Data*, 1(2).
- Dauhan, R. E. S., & Efendi, E. (2014). Efektifitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi amonia pada sistem budidaya ikan. *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3(1), 297-302.
- Handayani, L. (2018, April). Pemanfaatan lahan sempit dengan sistem budidaya aquaponik. In *Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian* (Vol. 1, No. 1, pp. 118-126).
- Handayani, M., Vikasari, C., & Prasadi, O. (2020). Akuaponik sebagai sistem pemanfaatan limbah budidaya ikan lele di Desa Kalijaran. *JTRM (Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur)*, 2(1), 41-50.
- Kurniawan, D., & Haryanto, A. (2020). Pengembangan sistem aquaponik otomatis berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Pertanian*, 12(3), 45-53.
- Nugraha, A. S., & Nurahman, M. (2021). Pemanfaatan IoT untuk monitoring dan kontrol sistem akuaponik. *Jurnal Rekayasa Pertanian Berkelanjutan*, 10(2), 101-112.
- Nugroho, R. A., Pambudi, L. T., Chilmawati, D., & Haditomo, A. H. C. (2012). Aplikasi teknologi aquaponic pada budidaya ikan air tawar untuk optimalisasi kapasitas produksi. *Jurnal Saintek Perikanan*, 8(1).
- Pratopo, L. H., & Thoriq, A. (2021). Produksi tanaman kangkung dan ikan lele dengan sistem akuaponik. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 9(1), 68-76.
- Rahman, A., & Salim, A. N. (2022). Sistem kendali pH dan kekeruhan air pada aquascape menggunakan Wemos D1 Mini Esp8266 berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 8(1), 22-30.
- Rahmanto, Y., Burlian, A., & Samsugi, S. (2021). Sistem kendali otomatis pada akuaponik berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 1-6.
- Rahmanto, Y., Rifaini, A., Samsugi, S., & Riskiono, S. D. (2020). Sistem monitoring pH air pada aquaponik menggunakan mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 23-28.
- Saputra, W., & Prasetyo, S. (2021). Efisiensi sistem akuaponik dalam mengatasi krisis air dan pangan. *Agritech Journal*, 15(1), 25-34.
- Satria, A., Mukram, M. H., Pratama, C., & Sutabri, T. (2024). Dampak dan tantangan implementasi smart sistem. *IJM: Indonesian Journal of Multidisciplinary*, 2(1).
- Sutabri, T. (2012). *Analisis sistem informasi*. Penerbit Andi.
- Sutabri, T., & Napitupulu, D. (2019). *Sistem Informasi Bisnis*.