

PERANCANGAN ALAT AGRICULTURE SOIL FERTILITY DETECTION BERBASIS IOT UNTUK PEMANTAUAN PH, SUHU DAN KELEMBAPAN TANAH

Andre William¹⁾, Hani Salsabilah²⁾, dan Dandun Widhiantoro³⁾

^{1,2,3}Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Siwabessy, Depok, 16421
E-mail: hani.salsabilah.te21@mhs.wpnj.ac.id

Abstract

Abstract— Soil fertility is a major factor in maintaining soil, and accurate monitoring of soil fertility conditions is essential to increasing crop yields and efficient use of resources. In the era of Internet of Things (IoT) technology, the concept of "Agriculture Soil Fertility" has emerged as an innovative solution to monitor and manage soil fertility more precisely and efficiently. This research implements an IoT-based system for real-time monitoring of soil fertility. This device uses the ESP32 component as the main microcontroller that controls the sensors used. The sensors used are the soil pH sensor on GPIO32, the soil moisture sensor on GPIO33, and the soil temperature sensor on GPIO25. For indications that are determined to show fertility levels with 3 categories including 100% - 61% fertile, 60% - 21% less fertile, and 20% - 0% infertile

Keywords— IoT; Soil Fertility; Soil Moisture Sensor; Soil pH Sensor; Soil Temperature Sensor

Abstrak-- Kesuburan tanah adalah faktor utama dalam memelihara tanah, dan pemantauan secara akurat terhadap kondisi kesuburan tanah sangat penting untuk meningkatkan hasil panen dan efisiensi penggunaan sumber daya. Dalam era teknologi *Internet of Things* (IoT), konsep "Agriculture Soil Fertility" telah muncul sebagai solusi inovatif untuk memonitor dan mengelola kesuburan tanah dengan lebih tepat dan efisien. Penelitian ini mengimplementasikan sistem berbasis IoT untuk pemantauan kesuburan tanah secara real-time. Perangkat ini menggunakan komponen ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang mengendalikan sensor sensor yang digunakan. Sensor yang digunakan adalah sensor pH tanah pada GPIO32, sensor kelembapan tanah pada GPIO33, dan sensor suhu tanah pada GPIO25. Untuk indikasi yang ditetapkan untuk menunjukkan tingkat kesuburan dengan 3 kategori diantaranya 100% - 61% subur, 60%-21% kurang subur, dan 20%-0% tidak subur

Kata Kunci: IoT ; Kesuburan tanah, ; sensor kelembapan tanah ; Sensor pH tanah ;sensor suhu tanah

PENDAHULUAN

Dalam memelihara tanaman, kesuburan tanah adalah faktor utama dalam memelihara tanaman agar dapat hidup dan berkembang dengan baik. Kesuburan tanah mencakup sejumlah parameter penting, seperti tingkat keasaman (pH) tanah, tingkat kelembapan, dan suhu tanah. Memahami dan memantau kondisi kesuburan tanah dengan akurat sangat penting untuk meningkatkan tingkat hidup suatu tumbuhan, mengurangi penggunaan air secara berlebihan, dan mencapai pertumbuhan serta hasil tanaman yang optimal.

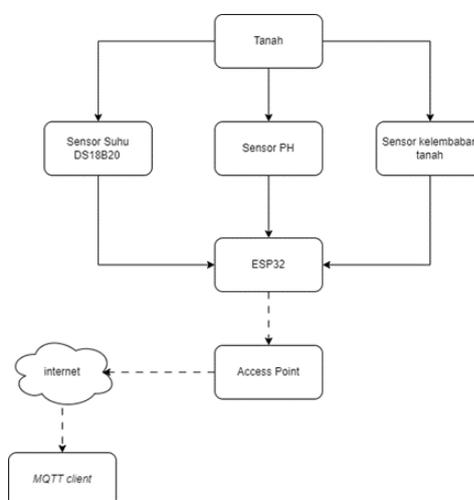
Penerapan IoT dalam pemantauan kesuburan tanah memberikan manfaat yang luar biasa. IoT memungkinkan pengumpulan data yang terus-menerus dan real-time dari sensor yang dipasang di lahan pertanian. Informasi yang akurat dan tepat waktu dapat membantu para petani mengidentifikasi perubahan kondisi tanah dan meresponnya dengan cepat

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi pustaka dan metode perancangan. Literatur review adalah mengidentifikasi kesenjangan (identify gaps), menghindari pembuatan ulang (reinventing the wheel), mengidentifikasi metode yang pernah dilakukan, meneruskan penelitian sebelumnya, serta mengetahui orang lain yang spesialisasi dan area penelitiannya sama di bidang ini

Sistem dari alat yang dirancang untuk mendeteksi kesuburan tanah akan menggunakan tiga parameter utama yaitu kelembapan tanah, suhu tanah, dan pH tanah, untuk memberikan informasi tentang kondisi kesuburan tanah.

Alat ini dilengkapi dengan sensor kelembapan tanah untuk mengukur kadar air yang terdapat dalam tanah. Sensor suhu tanah yang digunakan untuk mengukur suhu tanah. Dan sensor pH tanah untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasahan tanah. Perancangan sistem akan melibatkan beberapa bagian penyusun yaitu input, proses dan output. Berikut merupakan diagram blok untuk perancangan sistem yang akan digunakan.



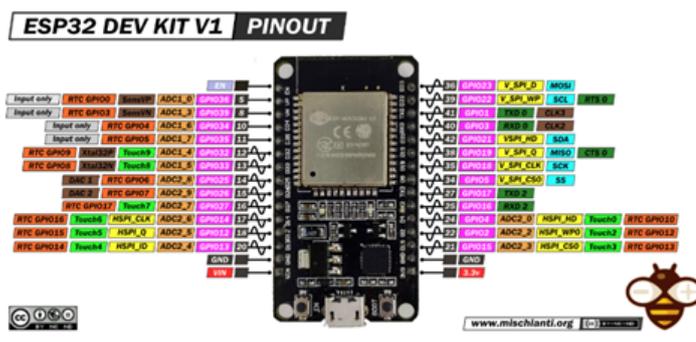
Gambar 1. Diagram Blok perancangan sistem

Dari diagram blok pada gambar 1 merupakan bagaimana proses rancangan sistem yang akan dijalankan. Sesuai dari diagram blok digambar 1 proses berjalannya monitoring yaitu :

1. Parameter utama yang akan digunakan adalah suhu, PH, dan kelembapan. Sebagai objek utama yang akan digunakan adalah tanah yang dapat diukur sensor, Output sensor tersebut akan diketahui untuk menghitung suhu, pH, dan kelembapan tanah tersebut
2. Nilai pembacaan sensor tersebut akan dikirim dan dibaca oleh sistem mikrokontroler. Mikrokontroler yang akan digunakan adalah esp32.
3. Nilai data yang diperoleh oleh mikrokontroler esp32 yang sudah terhubung ke wifi kemudian akan dikirimkan ke Node ESP kemudian akan dikirimkan kepada access point.
4. Pada saat yang bersamaan pembacaan nilai parameter tersebut akan dikirimkan ke web server dengan bantuan modul wifi yang akan terhubung dengan internet Hasil dari parameter tersebut dapat diamati di dalam *mqtt client*.

1) ESP32

Modul ESP32 merupakan mikrokontroler yang dilengkapi dengan fasilitas koneksi WIFI (Iqbal, 2022). Sebagai sebuah mikrokontroler, modul ESP32 memiliki prosesor dan memori yang dapat diintegrasikan dengan sensor dan aktuator melalui pin GPIO. ESP32 merupakan Mikrokontroler System on Chip (SoC) berbiaya rendah yang dikembangkan oleh Espressif Systems, yang juga sebagai pengembang dari SoC ESP8266 yang terkenal dengan NODEMCU. ESP32 merupakan penerus SoC ESP8266 dengan menggunakan Mikroprosesor Xtensa LX6 32-bit Tensilica yang dilengkapi dengan Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi. Kelebihan ESP32, seperti ESP8266 terletak pada komponen RF yang telah terintegrasi seperti Power Amplifier, Low-Noise Receive Amplifier, Antenna Switch, dan Filter. Fitur ini membuat perancangan hardware untuk ESP32 menjadi lebih sederhana karena hanya memerlukan sedikit komponen eksternal. Hal penting yang perlu diketahui tentang ESP32 adalah modul ini diproduksi menggunakan teknologi 40 nm ultra-low-power TSMC. Sehingga, ESP32 dapat dioperasikan dengan baterai umum yang biasa digunakan pada perangkat perlengkapan audio, monitoring, smartwatch, dan lain sebagainya (Iqbal, 2022).



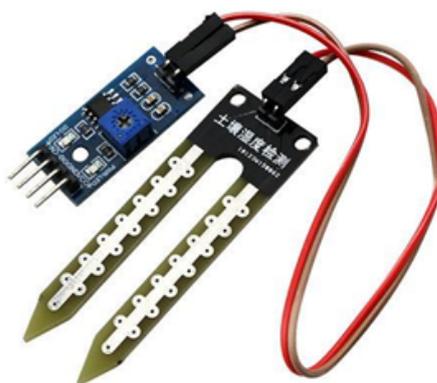
Gambar 2. ESP32

ESP32 memiliki total 30 pin yang berfungsi multifungsi. Penggunaan masing-masing pin tergantung pada fungsinya. Keunggulan ESP32 terletak pada fleksibilitasnya, dimana banyak pin berfungsi sebagai analog atau digital sesuai dengan konfigurasi. Untuk melihat tata letak dan fungsi pin pada ESP32 dapat dilihat pada Gambar 2

2) Sensor Kelembapan

Sensor kelembapan merupakan modul untuk mendeteksi kelembapan tanah yang dapat diakses dengan mikrokontroler. Sensor kelembapan tanah dapat memantau kelembapan tanah secara *real-time* (Setiawan, 2019).

Dua sisi pada sensor kelembapan dinamakan sebagai probe yang berfungsi sebagai variabel resistor yang dapat mendeteksi banyak air dalam tanah. Nilai yang terdapat pada sensor kelembapan akan memiliki nilai *input* dan output akan berubah sesuai dengan kondisi kelembapan di dalam tanah (Setiawan, 2019). Gambar sensor kelembapan dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Sensor Kelembapan Tanah

3) Sensor PH Tanah

Sensor pH dapat mengetahui karakteristik keasaman sebuah medium (acid) atau basa (alkaline) (Gunawan et al., 2019). pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen. Jika konsentrasi $[H^+]$ lebih besar daripada $[OH^-]$, maka material tersebut bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi $[OH^-]$ lebih besar daripada $[H^+]$, maka material tersebut bersifat basa, yaitu dengan nilai pH lebih dari 7 (Gunawan et al., 2019). Gambar sensor suhu dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Sensor pH tanah

4) Sensor Suhu Tanah

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor suhu yang sangat cocok digunakan untuk tempat yang sulit, karena *output* data sensor ini merupakan data digital, sehingga tidak terjadi degradasi data. DS18B20 menyediakan 9 hingga 12 bit data (yang dapat dikonfigurasi) (Rahman et al., 2021). Karena setiap sensor DS18B20 memiliki *silicon* serial number yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasangkan dalam 1 bus. Gambar sensor suhu dapat dilihat pada Gambar 5

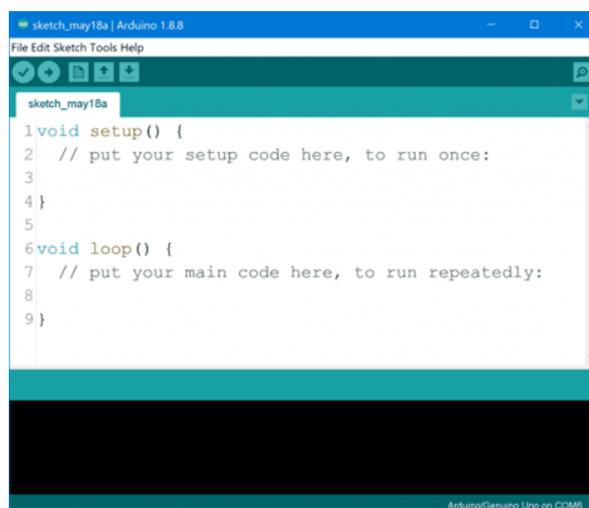


Gambar 5. Sensor suhu DS18B20

5) Arduino IDE

IDE merupakan singkatan dari Integrated Development Environment, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan (Hergika et al., 2021). Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (Sketch) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama Bootloader yang berfungsi sebagai penengah antara compiler Arduino dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut Wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari software Processing yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino (Hergika et al., 2021). Gambar text editor Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 6.

**Gambar 6.** Arduino IDE

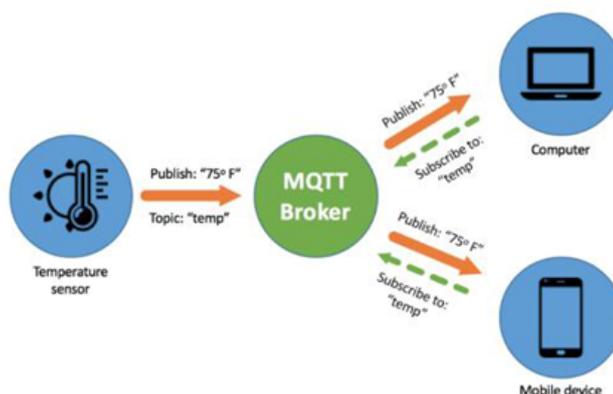
6) MQTT

Protokol MQTT adalah jenis protokol yang bersifat data agnostik, artinya dapat mengirimkan berbagai jenis data seperti data biner, teks, bahkan XML atau

JSON. Protokol ini menggunakan model *publish/subscribe* daripada model *client server* [1].

Awalnya, MQTT dikembangkan oleh International Business Machine atau IBM pada tahun 1999 untuk melakukan pemantauan terhadap sebuah pipa minyak yang berlokasi di tempat yang jauh dan sulit dijangkau. Proyek ini bertujuan untuk menciptakan protokol yang sangat efisien dalam penggunaan *bandwidth* dan mengonsumsi sedikit daya baterai. Hal ini dikarenakan perangkat terhubung melalui jaringan satelit yang sangat mahal pada saat itu.

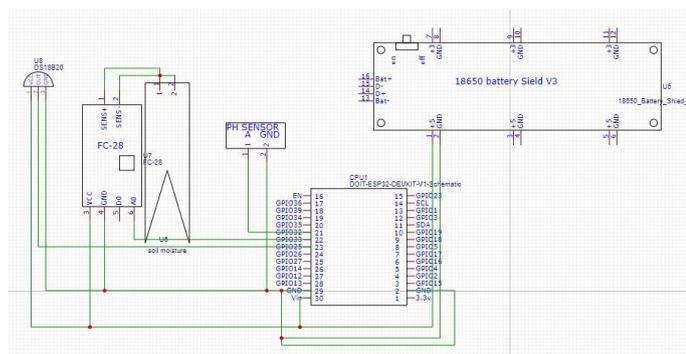
Protokol MQTT menggunakan konsep *publish/subscribe*, berbeda dengan HTTP yang menggunakan konsep permintaan/respon. *Publish/subscriber* merupakan *event driven* dan memungkinkan server untuk mengirimkan pesan ke klien kapan pun diperlukan. Pusat komunikasi berada di MQTT broker, di mana broker bertanggung jawab atas pengiriman semua pesan termasuk distribusinya. Setiap klien yang mengirim pesan ke broker akan mengirimkan topik ke dalam pesan tersebut. Topik merupakan bagian dari informasi routing untuk broker-nya. Setiap klien yang ingin menerima pesan dapat melakukan subscribe ke topik tertentu, dan broker akan mengirimkan semua pesan yang sesuai dengan pola topik tersebut kepada klien yang sesuai. Mekanisme ini memungkinkan klien untuk tidak perlu mengetahui satu sama lain untuk berkomunikasi, cukup dengan berkomunikasi menggunakan topik. Arsitektur semacam ini memungkinkan pengembangan solusi percakapan dalam skala besar (*scalable*) karena tidak memerlukan ketergantungan antara penghasil data (*data producers*) dan konsumen data (*data consumers*).



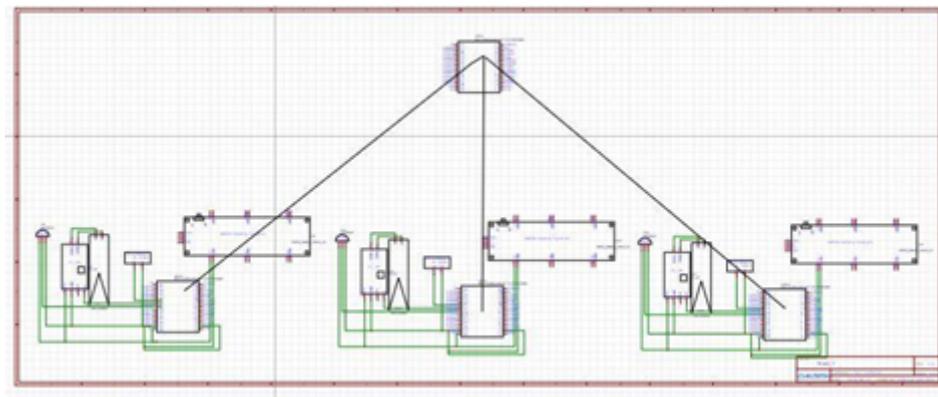
Gambar 7. MQTT Broker

Dalam gambar 7 protokol MQTT menggunakan prinsip publish/subscribe. Komponen (biasanya sensor) yang menghasilkan informasi tertentu dan menerbitkan informasi tersebut disebut publisher. Klien yang tertarik untuk menerima informasi tertentu mendaftarkan minatnya pada informasi tersebut, proses ini disebut subscribe, dan klien yang berminat disebut subscriber. Selain publisher dan subscriber, ada juga broker yang memastikan bahwa subscriber menerima informasi yang diinginkan dari publisher

7) Desain Alat



Gambar 8. Skematis Komponen



Gambar 9. Skematis Keseluruhan

Dalam gambar 7 protokol MQTT menggunakan prinsip publish/subscribe. Komponen (biasanya sensor) yang menghasilkan ESP32 yang akan direalisasikan. ESP32 akan di supply dari battery shield v3 yang dipasang baterai 18650. Kemudian pin output sensor pH dihubungkan ke GPIO 32. Pin OUT Fc 28 dan DS 18B20 dihubungkan ke pin GPIO 33 dan 25. Setiap pin Ground pada tiap komponen disatukan pada satu pin ground yang berasal dari baterai shield. Setiap VCC yang ada pada sensor digabungkan pada baterai shield

sedangkan ESP32 mengambil daya melalui kabel USB. Desain skematik komponen ESP32 dapat dilihat pada gambar 8

8) Desain Program

```
#include <Wire.h>
#include <WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

const int soilpin = 35;
const int pphin = 34;
#define ONE_WIRE_BUS 32
```

Gambar 10. Penggunaan library dan deklarasi pin

Pada gambar 10, terdapat beberapa library yang digunakan serta deklarasi pin yang digunakan di setiap sensor. Sensor *soil moisture* menggunakan GPIO 35, Sensor pH menggunakan GPIO 32, dan sensor suhu berada pada pin 32.

```
float indikasi = (persenpH + moisturePercentage + persensuhu)/3;
Serial.print("indikasi persen tanah : ");
Serial.println(indikasi);

if (indikasi >= 60){
  Serial.println("subur");
  client.publish("sensors/indikasi", "subur");
}
else if(indikasi < 60 && indikasi >= 20){
  Serial.println("kurang subur");
  client.publish("sensors/indikasi", "kurang subur");
}
else if(indikasi < 20){
  Serial.println("tidak subur");
  client.publish("sensors/indikasi", "tidak subur");
}
Serial.println(" ");
delay (3000);
}
```

Gambar 11. Code Indikasi

Pada gambar 10, nilai dari setiap sensor akan di rata-rata kan kemudian dibagi 3. Hasil dari setiap indikasi akan dikelompokan menjadi 3 jenis yaitu subur, kurang subur dan tidak subur.

METODE PENGUJIAN

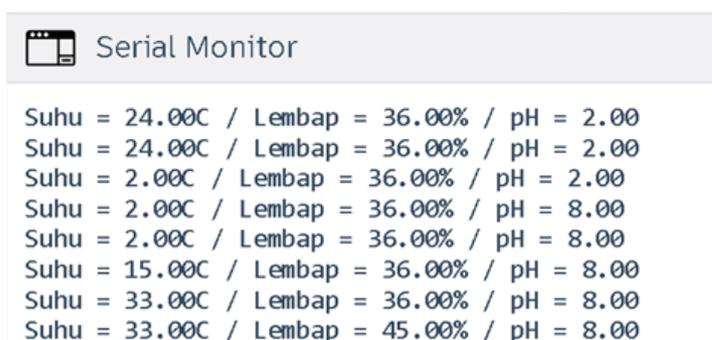
Pada metode pengujian dilakukan dengan menggunakan pengujian simulasi TinkerCad. Tinkercad adalah sebuah platform desain dan simulasi berbasis web yang memungkinkan pengguna untuk membuat dan menguji desain elektronik dan model 3D. Untuk hasil

pengujian pada TinkerCad dapat dilihat pada bagian output serial monitor, hasil yang muncul pada serial monitor dapat membantu untuk memvalidasi konsep awal dan memperbaiki kesalahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Pengujian Simulasi TinkerCad

Pada pengujian ini melakukan penelitian simulasi Tinkercad dari skematik yang telah dibuat dengan melihat *output serial monitor*, pada perancangan diperlukan pengujian simulasi terlebih dahulu untuk memvalidasi konsep awal, memperbaiki kesalahan, dan mempersiapkan perangkat untuk tahap realisasi

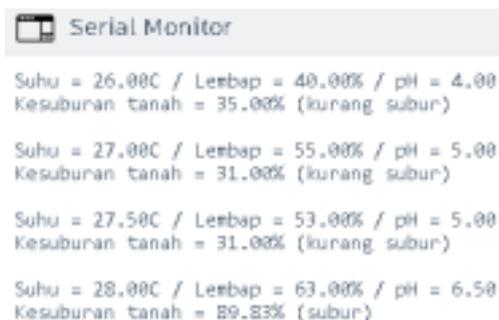


Gambar 12. Hasil Simulasi Tinker Cad

Dari Gambar 12 pengujian menggunakan *platform* Tinkercad, pada hasil pengujian simulasi tersebut dapat dilihat *serial monitor* menampilkan hasil *output temperatur*(Suhu), lembab(Kelembapan), dan pH.

2) Pengujian Analisis Kebutuhan

Pada pengujian ini melakukan penelitian analisis kebutuhan dari skematik yang telah dibuat dengan melihat output *serial monitor* menunjukkan indikasi kesuburan tanah, pada perancangan diperlukan pengujian analisis kebutuhan dahulu untuk memvalidasi skematik dan *source code* yang telah dirancang.



Gambar 13. Hasil Serial Monitor Analisis Kebutuhan

Dari gambar 13 pengujian menggunakan *platform* Tinkercad, pada hasil pengujian tersebut dapat dilihat *serial monitor* menampilkan Kesuburan Tanah dari hasil beberapa parameter, diantaranya hasil suhu, kelembapan, dan pH. Ada tiga kondisi indikasi kesuburan yang dapat tampil, yaitu Subur, Kurang Subur, Tidak Subur, seperti pada tabel 1.

Kategori	Indikasi
Subur	100% - 61%
Kurang subur	60% - 21%
Tidak subur	20% - 0%

3) Analisis

Dari hasil pengujian Agriculture Soil Fertility detection, baik dari sisi skematik maupun program sudah benar. Setiap parameter yang didapat dari sensor dapat ditampilkan pada *serial monitor*. Rumus indikasi yang didapat dari setiap parameter sudah sesuai dengan kebutuhan. Dengan menggunakan ESP32, Perangkat ini dapat terkoneksi dengan internet sehingga dapat diakses dimana saja dan kapan saja selama alat tetap menyala.

SIMPULAN

Berdasarkan dari Penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan

1. Agriculture Soil Fertility Detection dirancang untuk membaca nilai nilai sensor yang masuk yang kemudian dapat ditampilkan secara online
2. Penggunaan pin, sensor yang digunakan dalam alat adalah sensor pH yang

disambungkan pada pin GPIO32, sensor kelembapan tanah FC28 pada GPIO33, serta sensor suhu pada GPIO25,

3. Indikasi nilai yang sudah ditetapkan, akan menunjukkan tingkat kesuburan tanah, dengan kategori 100% - 61% subur, 60%-21% kurang subur, dan 20%-0% tidak subur

Daftar Pustaka

- Gunawan, R., Andhika, T., . S., & Hibatulloh, F. (2019). Monitoring System for Soil Moisture, Temperature, pH and Automatic Watering of Tomato Plants Based on Internet of Things. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 7(1), 66–78. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v7i1.1640>
- Hergika, G., Siswanto, & S, S. (2021). Perancangan Internet of Things (Iot) Sebagai Kontrol Infrastruktur Dan Peralatan Toll Pada Pt. Astra Infratoll Road. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 8(2), 86–98. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v8i2.3862>
- Rahman, M. F., Budiman, F., & Fuadi, A. Z. (2021). Sistem Monitoring Keadaan Tanah Berbasis Iot Iot Based Soil State Monitoring System. *E-Proceeding of Engineering*, 8(2), 1039.
- Setiawan, H. A. (2019). *Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu, Kelembaban Dan Ph Tanah Sebagai Alat Bantu Budidaya Cabai Merah Dan Cabai Rawit*.
- Iqbal, M. (2022, March 11). *Mikrokontroler ESP32*. Retrieved from miqbal.staff.telkomuniversity.ac.id/mikrokontroler-esp32/