

RANCANG BANGUN ALAT PURWARUPA REKOMENDASI TANAMAN SAYURAN BERDASARKAN PH DAN JENIS TANAH BERBASIS IOT

Ikhsan Abdillah¹, Dedeng Hirawan²

^{1,2} Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia

Jln. Dipatiukur No. 112 – 116 Bandung 40132

Email: ikhsan.pyot@gmail.com¹, dedeng@email.unikom.ac.id²

ABSTRAK

Dalam teknik budidaya tanaman sayuran, faktor-faktor yang secara langsung mempengaruhi pertumbuhannya, salah satunya adalah faktor tanah. Kualitas lahan yang berbeda-beda menyebabkan petani tidak mengetahui secara pasti kualitas lahan pertaniannya. Pengolahan lahan pertanian yang kurang tepat mendorong semakin menurunnya kualitas suatu lahan. Tidak sedikit para petani mengalami kurang optimalnya hasil pertanian dikarenakan tidak tepat dalam mengolah lahan pertanian. Pengoptimalan lahan pertanian sangat dibutuhkan pada era modern, melihat saat ini lahan pertanian semakin terbatas. Pertumbuhan tanaman pada suatu lahan bergantung pada kualitas tanah yang digunakan pada lahan pertanian. Pentingnya mengetahui pH dan jenis tanah yang cocok untuk tanaman agar optimalnya hasil pertanian dengan menggunakan Raspberry Pi. Raspberry Pi digunakan sebagai Pusat komunikasi data pada arduino yang digunakan sebagai controller pada sensor pH tanah, suhu, dan kelembapan tanah untuk mengetahui informasi pH tanah, suhu dan kelembapan agar optimalnya hasil pertanian yang nantinya data pada raspberry pi akan dapat diakses oleh petani melalui internet berbasis Website. Sistem ini sangat dibutuhkan karena dapat merekomendasikan tanaman sayuran kepada petani terhadap tanah yang akan dipakai bertanam sayuran.

Kata Kunci: Sayuran, Tanah, Rekomendasi Tanaman, pH, *Raspberry Pi*, Mikrokontroler.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraria dengan luas wilayah pertanian sebesar 39.594.536.91 Ha. Sebanyak 60% masyarakat Indonesia berprofesi di bidang pertanian. Penggunaan wilayah pertanian Indonesia terbagi menjadi pertanian sawah, perkebunan, perladangan dan wilayah yang belum digunakan untuk bertani. Menurut luasnya lahan pertanian di Indonesia dan kondisi geografis, iklim, cuaca serta faktor lain yang menimbulkan kualitas lahan pertanian di Indonesia berbeda-beda. Pada sektor pertanian, kualitas tanah juga merupakan faktor penting dalam proses pertanian.

Berdasarkan pengertian tanah adalah media tumbuh bagi tanaman dan merupakan suatu bentuk ekosistem dinamis yang tersusun atas berbagai komponen penting seperti air, unsur mineral, bahan organik, mikro organisme serta udara. Upaya yang dapat ditempuh untuk dapat meningkatkan kesuburan tanah dan hasil tanaman dapat dilakukan dengan pemberian pupuk organik. Pupuk organik yang biasa digunakan untuk budidaya tanaman sayuran adalah pupuk kandang, pupuk hijau, kompos, bokashi, dan kascing[1]. Berbicara tentang budidaya tanaman sayuran, maka tanaman sayuran masuk ke dalam golongan hortikultura.

Hortikultura termasuk salah satu ragam pertanian yang dikelola intensif dalam membudidayakan beraneka macam tanaman. Secara umum hortikultura mencakup pembudidayaan bunga, buah dan sayuran[2]. Sayuran adalah komoditi yang mempunyai manfaat yang lebih banyak, karena dibutuhkan sehari-hari dan permintaannya cenderung terus meningkat sebagaimana jenis tanaman hortikultura lainnya, kebanyakan tanaman sayuran mempunyai nilai jual yang cukup tinggi. Kenyataan ini dapat dipahami sebab sayuran bisa dikonsumsi setiap saat. Dalam teknik budidaya tanaman sayuran, harus diperhatikan faktor-faktor yang secara langsung mempengaruhi pertumbuhannya, salah satunya adalah faktor tanah.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hutagaol (2006), dalam penelitiannya menjelaskan bahwa survei pemetaan kemasaman tanah penting karena untuk mengetahui sejauh mana tingkat kemasaman tanah dapat berpengaruh terhadap potensi pertanian. Tujuan utama survei tanah adalah membuat semua informasi spesifik yang penting tentang tiap-tiap macam tanah terhadap penggunaannya dan sifat-sifat lainnya sehingga dapat ditentukan pengelolaannya[3].

Kualitas lahan yang berbeda-beda menyebabkan petani tidak mengetahui secara pasti kualitas lahan pertaniannya. Pengolahan lahan pertanian yang kurang tepat mendorong semakin menurunnya kualitas suatu lahan. Tidak sedikit para petani mengalami kurang optimalnya hasil pertanian dikarenakan tidak tepat dalam mengolah lahan pertanian. Pengoptimalan lahan pertanian sangat dibutuhkan pada era modern, melihat saat ini lahan pertanian semakin terbatas. Pertumbuhan

tanaman pada suatu lahan bergantung pada kualitas tanah yang digunakan pada lahan pertanian.

Berdasarkan uraian diatas tentang pentingnya mengetahui ph dan jenis tanah yang cocok untuk tanaman agar optimalnya hasil pertanian maka dibuat alat purwarupa rekomendasi tanaman sayuran berdasarkan ph dan jenis tanah dengan menggunakan metode klasifikasi yang tepat. Berlatarbelakang hal tersebut maka penulis bermaksud melakukan “Rancang Bangun Alat Purwarupa Rekomendasi Tanaman Sayuran Berdasarkan Ph Dan Jenis Tanah Berbasis Iot”.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Tanah

Tanah yang ada di permukaan bumi terdiri dari bahan remah dan lepas, tanah merupakan lapisan paling luar kulit bumi yang bersifat tak padu, dan mempunyai tebal mulia dari selaput tipis sampai lebih dari 3 meter yang berbeda dengan bahan dibawahnya seperti warna, sifat fisik, susunan kimia dan proses-proses kimia yang sedang berlangsung[4].

2.2 pH Tanah

Menurut (Foth, 1994) pada reaksi tanah yang netral, yaitu pH 6,5 – 7,5 maka unsur hara tersedia dalam jumlah yang cukup banyak (optimal). Pada pH tanah kurang dari 6,0 maka ketersediaan unsur – unsur fosfor, kalium, belerang, kalsium, magnesium dan molibidium menurun dengan cepat. Sedangkan pH tanah lebih besar dari 8,0 akan terdapat unsur nitrogen, besi, mangan, borium tembaga dan seng ketersediannya relatif jadi sedikit. Tekstur tanah sangat berpengaruh terhadap mudah atau tidaknya pH dapat diubah. Tanah liat lebih sulit dinetralkan dari pada tanah pasir karena memiliki lebih banyak luas permukaan untuk diabsorpsi, memegang dan mensuplai ion-ion Hidrogen di dalam tanah.

2.3 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah komputer papan tunggal (Single Board Circuit /SBC) atau komputer mini yang memiliki ukuran sebesar kartu kredit. Raspberry Pi sangat berguna untuk berbagai keperluan, seperti spreadsheet, game, memutar video high definition. Raspberry Pi dikembangkan oleh yayasan nirbala yaitu Raspberry Pi Foundation yang dikelola developer dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris [5].



Gambar 1. Raspberry Pi 3

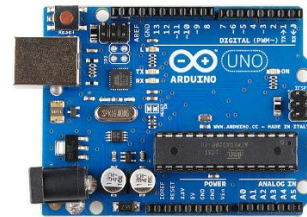
Raspberry pi sudah terbenam USB host yang memungkinkan komunikasi dengan perangkat luar seperti mouse atau keyboard, selain itu juga terdapat port HDMI dan Composd A/V 3,5mm Jack sebagai interface audio video. Port LAN dan wifi, dan bluetooth dapat digunakan untuk terhubung dengan jaringan komunikasi, Camera Serial Interface dan Display serial interface dapat dijadikan alternatif interface kamera maupun untuk monitor.

Tabel 1. Spesifikasi Raspberry Pi 3

Soc	Broadcom BCM2837
CPU	4x ARM Cortex-A53, 1.2 Ghz
GPU	Broadcom VideoCore IV
RAM	1GB LPDDR2 (900 Mhz)
Networking	10/100 Ethernet, 2.4Ghz 802.11n wireless
Bluetooth	Bluetooth 4.1 Classic, Bluetooth Low Energy
Storage	microSD
GPIO	40-pin header, populated
Ports	HDMI, 3.5mm analogue audio-video jack, 4x USB 2.0, Ethernet, Camera Serial Interface (CSI), Display Serial Interface (DSI)

2.4 Arduino Uno

Arduino adalah jenis papan elektronis yang populer untuk dipelajari ataupun digunakan dalam berbagai proyek elektronika. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengkonfigurasi arduino adalah bahasa pemrograman C. Kemudahannya untuk dipelajari merupakan salah satu kunci pendorong berkembangnya penggunaan Arduino[6].



Gambar 2. Arduino Uno

Berikut merupakan spesifikasi dari arduino uno atau disebut juga mikrokontroller ATmega328P pada berikut.

Tabel 2. Spesifikasi Arduino Uno

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pin	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pin	6
Analog Input Pin	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
Flash Memory	50 mA

SRAM	32 KB of which 0.5KB used by bootloader
EEPROM	2KB
Clock Speed	16 MHz
Leght	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

2.5 Sensor

Sensor merupakan suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suatu nilai pada kejadian alam seperti gas, panas, asap dan mengubahnya menjadi representasi nilai analog atau digital bergantung dari jenis sensor yang digunakan [6].

2.5.1 Sensor pH

Sensor pH tanah merupakan sensor pendeteksi tingkat keasaman (acid) atau kebasaan (alkali) tanah. Skala pH yang dapat diukur oleh sensor pH tanah ini memiliki range 3,5 hingga 8. Sensor ini dapat langsung disambungkan dengan pin analog arduino maupun pin analog mikrokontroler[7].

2.5.2 Sensor YL-100

Sensor YL-100 adalah sensor untuk mengukur kelembapan tanah antara 0% dan 100% serta ketelitian sekitar $\pm 3\%$. Sensor YL-100 membutuhkan input sebesar 3,3V sampai 5V dan memiliki 2 mode hasil keluaran yaitu secara digital dan analog[8].

2.5.3 Sensor DHT-11

Sensor DHT11 adalah sensor untuk mengukur kelembapan udara dengan jarak pengukuran antara 0% dan 100% serta ketelitian sekitar $\pm 0,1\%$. Selain memberikan informasi kelembapan udara, sensor ini juga mengukur temperatur antara -40°C dan 80°C dengan ketelitian $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ [9].

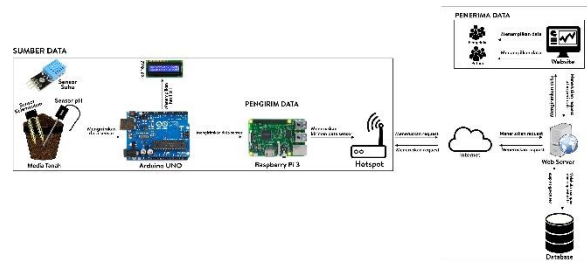
2.5.4 LCD 16x2 Modul I2C

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik[10].

3. PEMBAHASAN

3.1 Analisis Arsitektur Sistem Yang Akan Dibangun

Analisis arsitektur sistem merupakan sebuah proses untuk mendeskripsikan fisik sistem yang akan dibangun dan juga komponen-komponen pendukungnya. Berikut gambaran dari arsitektur sistem yang akan dibangun



Gambar 3. Arsitektur Sistem Yang Akan Dibangun

Berikut ini adalah penjelasan mengenai arsitektur sistem rekomendasi sayuran berdasarkan pH dan jenis tanah berbasis ini seperti pada Gambar 3 sebagai berikut:

- Sensor pH membaca dan mengirimkan data pH tanah ke arduino uno.
- Sensor YL-100 membaca dan mengirimkan data kelembapan tanah ke arduino uno.
- Sensor DHT-11 membaca dan mengirimkan data suhu udara ke arduino uno.
- Arduino Mega sebagai mikrokontroler menerima data kelembapan, suhu, serta pH media ternak, dan menampilkannya di LCD.
- Data yang diperoleh tersebut akan diproses dan dikirim ke web server secara wireless melalui *Raspberry Pi*.
- Data yang didapat diteruskan ke web server melalui jaringan internet.
- Web server akan melakukan penyimpanan data suhu, kelembapan, kadar pH ke dalam *database*.
- Hasil dari pembacaan sensor akan diklasifikasikan oleh sistem, yang dimana data latih sudah ada pada *database* tersebut.
- Kemudian hasil dari alat rekomendasi ini ditampilkan pada website yang bisa diakses melalui desktop.
- Raspberry Pi 3 sebagai media penerima data dari arduino dan sebagai media pengirim data dalam format JSON ke web service melalui *wifi hotspot* yang terhubung ke internet.

3.2 Analisis Komunikasi Data

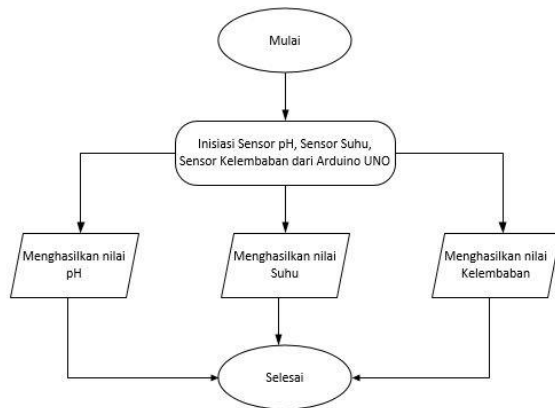
Komunikasi data merupakan suatu hal yang sangat penting, karena tanpa adanya komunikasi data, suatu aplikasi yang dibangun tidak akan bisa berjalan dengan baik atau secara optimal. Berikut penjelasan dari 3 bagian unsur utama pada sistem komunikasi data sebagai berikut:

- Sumber Data**
Sensor pH Tanah, Sensor Kelembaban YL-100, Sensor Suhu DHT-11, Arduino UNO.
- Media Transmisi**
Raspberry Pi 3, Wifi Hotspot, Web Service.
- Penerima Data**
Website.

3.3 Analisi Sistem Kerja Alat

Sistem kerja alat digunakan untuk menggambarkan, menyederhanakan rangkaian proses atau prosedur sehingga mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutan langkah dari suatu proses.

Berikut ini merupakan informasi alur kerja alat secara garis besar. Pada sensor pH, suhu dan kelembaban yang terpasang pada media tanah akan membaca informasi kemudian data sensor pH, suhu dan kelembaban yang dibaca akan diterima oleh mikrokontroller Raspberry PI 3 untuk selanjutnya disimpan di database server. Maka bentuk dalam flowchart sebagai berikut.



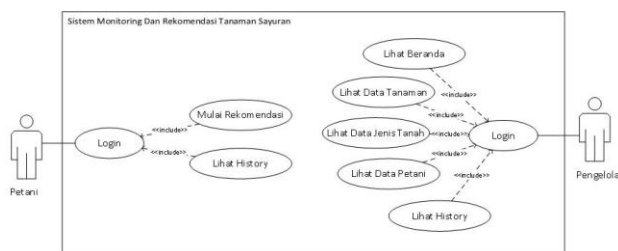
Gambar 4. Analisis Sistem Kerja Alat

3.4 Analisis Kebutuhan Fungsional

Pemodelan sistem dilakukan menggunakan UML (Unified Modelling Language) dimana tahap-tahap pemodelan dalam analisis tersebut antara lain Use Case Diagram, Use Case Scenario, Activity diagram, Class diagram dan Sequence diagram.

3.4.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram merupakan pemodelan untuk sistem informasi yang akan dibuat, berikut pada Gambar 5.

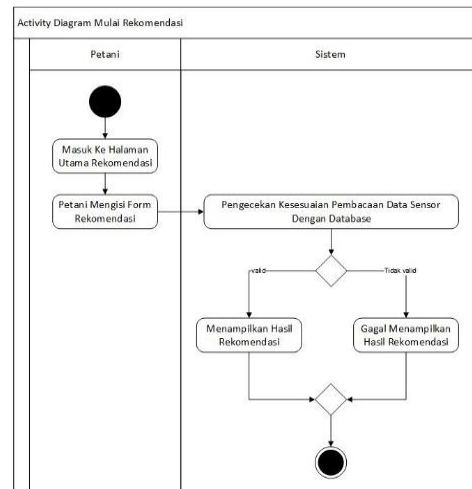


Gambar 5. Use Case Diagram

3.4.2 Activity Diagram

Activity diagram memodelkan aliran kerja atau workflow dari urutan aktifitas dalam suatu proses yang mengacu pada Use case diagram yang ada. Berikut ini

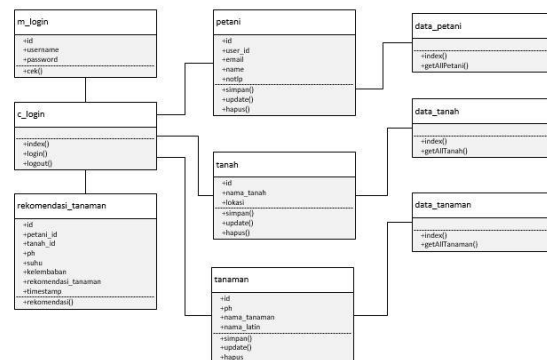
merupakan Activity diagram mulai rekomendasi pada Gambar 6.



Gambar 6. Activity Diagram Mulai Rekomendasi

3.4.3 Class Diagram

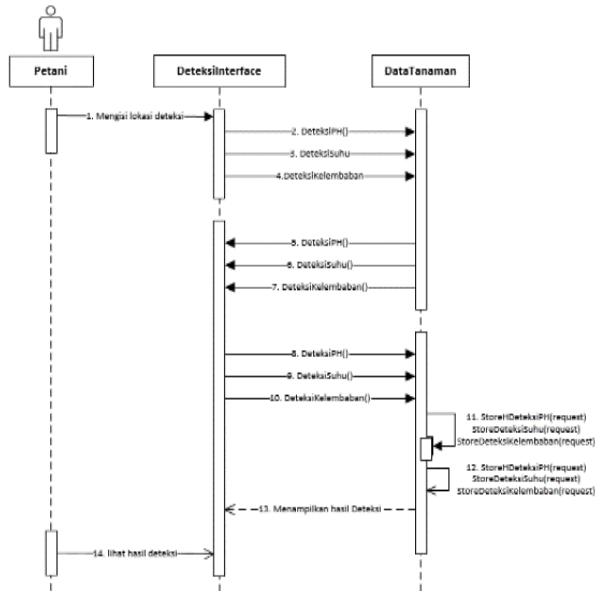
Class Diagram adalah sebuah spesifikasi dari fungsionalitas yang menghasilkan objek dan merupakan inti dari pengembangan aplikasi ini. Class diagram dari Sistem rekomendasi tanaman sayuran berdasarkan ph dan jenis tanah, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Class Diagram

3.4.4 Sequence Diagram

Sequence diagram dibuat bertujuan untuk menggambarkan interaksi antar objek pada use case, bisa dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Sequence Diagram

3.5 Implementasi Perangkat Keras

3.5.1 Perangkat Keras Komputer

Bagian ini membahas perangkat keras yang digunakan untuk menjalankan sistem monitoring suhu, kelembaban dan rekomendasi tanaman sayuran berdasarkan ph dan jenis tanah. Detail perangkat keras yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Perangkat Keras Komputer Yang Digunakan

Perangkat Keras	Spesifikasi
Processor	2.2Ghz
Hardisk	500 GB
VGA	2 GB
RAM	4 GB
Mouse	Opriical Mouse
Keyboard	Standard
Jaringan	Koneksi Internet

3.5.2 Perangkat Keras Controller

Perangkat keras *controller* merupakan perangkat yang terdiri dari mikrokontroller dan sensor. Spesifikasi *controller* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Perangkat Keras Controller Yang Digunakan

Perangkat Keras	Keterangan
Arduino Uno	Mikrokontroller
Raspberry Pi 3	Mini Pc
Sensor pH Tanah	Sensor pH Tanah
DHT-11	Sensor Suhu Udara
YL-100	Sensor Kelembaban Tanah

3.6 Implementasi Perangkat Lunak

Agar dapat menjalankan sistem rekomendasi tanaman sayuran berbasis IoT, komputer yang digunakan sudah terpasang perangkat lunak yang dibutuhkan dapat dilihat pada berikut.

Tabel 5. Perangkat Lunak Komputer

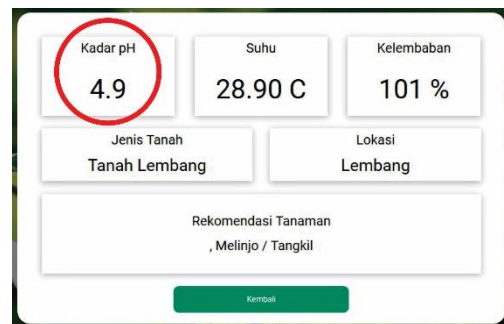
Perangkat Lunak	Spesifikasi
Sistem Operasi	Windows 10
Browser	Google Crome, Mozilla
Internet	Terkoneksi Jaringan Internet

3.7 Pengujian Perangkat Keras Controller

Pemasangan alat telah dilakukan pada implementasi perangkat keras *controller*. Untuk mengetahui apakah peralatan berjalan sesuai dengan rancangan awal, diperlukan suatu pengujian. Pengujian dilakukan dengan sensor pH, sensor suhu DHT-11, sensor kelembaban YL-100, LCD 16x2 dan keseluruhan kerja alat.

3.7.1 Pengujian Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi besaran nilai pH pada media tanah. Pengujian sensor pH tanah dilakukan dengan menancapkan sensor pH tanah kedalam media lahan pertanian. Adapun salah satu hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali pengujian dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Sensor pH

Supaya lebih jelas bisa dilihat hasil pengujian sebanyak 10 kali pengujian pada tabel berikut.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor pH

Waktu	Hasil
18:53:00	-26,6
18:54:52	4,9
19:00:17	3,8
19:01:08	1,2
19:05:24	2,1
19:28:44	4,0
19:29:32	2,2
19:30:43	7,4
19:31:35	4,1
19:32:18	4,1

3.7.2 Pengujian Sensor YL-100

Sensor YL-100 merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi kelembaban tanah pada media lahan pertanian. Pengujian sensor ini dalam kondisi awal yaitu 42% dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengujian Kondisi Awal YL-100

Lalu agar mengetahui sensor berjalan dengan baik, maka dilakukan penyiraman terhadap tanah agar mendapatkan hasil akhir, maka didapat nilai akhir sebesar 63% seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengujian Kondisi Akhir YL-100

3.7.3 Pengujian Sensor DHT-11

Sensor DHT-11 merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu disekitar lahan pertanian. Pengujian sensor ini kondisi awal suhu 30.60°C seperti Gambar 12.



Gambar 12. Pengujian Kondisi Awal DHT-11

Lalu agar mengetahui sensor berjalan dengan baik, maka dilakukan pengapian didekat sensor agar mendapatkan hasil akhir, maka didapat nilai akhir sebesar 46.10°C seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengujian Kondisi Akhir DHT-11

3.7.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dimaksudkan untuk menguji kerja sensor pH, suhu dan kelembaban yang telah diintegrasikan dengan web sebagai kontrol. Web sebagai kontrol di sini ini artinya web digunakan untuk melihat log data keseluruhan pembacaan sensor dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Pengujian Keseluruhan Sistem

Berikut hasil log data keseluruhan pembacaan sensor pada Gambar 15.

VEGDETECT

Admin

Sunday, 30-Oct-2019 21:40:12

Home

Data Petani

Data Tanaman

Data Jenis Tanah

History

Logout

HISTORY

Show Entries

Search:

No	Nama Petani	Lokasi	pH	Rekomendasi Tanaman	Jenis Tanah	Suhu (C)	Kelembaban (%)	Waktu	Aksi
1	Agus Mulyana	Cimareme	-2.3		Tanah Padalarang	26.10	101	2019-01-31 04:09:15	✕
2	Bartan	Lembang	-8.7		Tanah Lembang	26.20	101	2019-01-30 22:23:39	✕
3	Bartan	Lembang	7.4	Bawang Putih	Tanah Lembang	26.00	88	2019-01-30 22:06:34	✕
4	Bartan	Lembang	3.2		Tanah Lembang	26.00	101	2019-01-30 22:04:18	✕

Gambar 15. Log Hasil Keseluruhan Sensor

3.8 Pengujian Beta

Pengujian beta dilakukan untuk mengetahui penilaian terhadap Sistem Rekomendasi Tanaman Sayuran Berdasarkan Ph Dan Jenis Tanah berbasis IoT yang dibangun dengan metode wawancara.

Tabel 7. Wawancara Pengujian Beta

Pertanyaan	Jawaban
Apakah dengan menggunakan sistem rekomendasi tanaman sayuran berbasis IoT ini anda selaku pemilik media tanah dapat mengetahui rekomendasi tanaman sayuran berdasarkan kadar pH dan jenis tanah?	Ya, berjalan cukup baik tapi untuk sensor pH saya rasa masih belum akurat untuk mengetahui nilai pH dan hasil tanaman yang direkomendasikannya.
Apakah dengan menggunakan sistem rekomendasi tanaman sayuran berbasis IoT	Ya cukup membantu, untuk informasi suhu dan kelembapan berjalan dengan baik, dengan

dapat membantu anda untuk melakukan monitoring suhu dan kelembapan di sekitar media tanah ?	seperti itu jadi saya bisa mengetahui apakah tanah kering atau lembab dan juga bisa mengetahui suhu terkini secara cepat.
Apakah sistem rekomendasi tanaman sayuran berbasis IoT ini dapat digunakan dengan mudah dan sesuai tujuan atau kebutuhan ?	Ya, sesuai dengan kondisi kebutuhan petani dan mudah digunakan.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian, analisi, perancangan sistem dan implementasi, dapat diambil kesimpulan bahwa Sistem rekomendasi tanaman sayuran berdasarkan pH dan jenis tanah berbasis IoT dapat membantu petani dalam mendapatkan informasi rekomendasi tanaman sayuran yang dilihat dari media tanah pertaniannya dan mengetahui informasi tambahan berupa suhu udara dan kelembaban lahan tanah pertanian.

4.2 Saran

Sistem yang telah dibuat masih perlu di kembangkan lagi untuk kedepannya, sehingga sistem yang telah dibangun dapat bekerja lebih baik lagi.

Adapun saran-saran terhadap pengembangan perangkat lunak yang dibangun yaitu Sistem dapat memberikan informasi kondisi pH pada media tanah dengan lebih akurat dan konsisten, mengembangkan *platform* yang dapat didukung oleh perangkat lunak lain, mengingat saat ini hanya mendukung web saja, sistem dapat melakukan penyiraman pada media tanah apabila kondisi kelembapan tanah sedang menurun, dan pakailah sensor yang benar-benar mampu berjalan dengan baik, agar mendapatkan hasil yang memuaskan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Pandu Sukma, "Komoditi Sayuran", 2010. <https://id.scribd.com/doc/27807069/PENDAHULUAN-1-1-Latar-Belakang-Sayuran-Merupakan-Komoditi>, 20 Oktober 2018 16.36
- [2] T. Notohadinegoro, Faktor Tanah Dalam Pengembangan Hortikultura (Sajian Seminar Nasional Dies Natalis ke-40 UPN "Veteran", Yogyakarta: Universitas Gajah Mada, 2006
- [3] M. Nazir, Syakur, Muyassir, "Pemetaan Kemasan Tanah dan Analisis Kebutuhan Kapur di Kecamatan Keumala Kabupaten Pidie", JIM Pertanian Unsyiah AGT, Vol 2, No 1, Februari 2017
- [4] Sugiharyanto, N. Khotimah, "Diktat Mata Kuliah Geografi Tanah (PGF-207)", Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial dan Ekonomi Universitas Negeri Yogyakarta, 2009

- [5] RASPBERRY PI 3 MODEL B," The Raspberry Pi Foundation, <https://www.raspberrypi.org/>, 14 Oktober 2018 14.30
- [6] H. Maulana dan A.M. Julianto, "Pembangunan System Smartfishing Berbasis Internet of Things (Studi Kasus di Peternakan Ikan Cahaya Ikan Mas, Majalaya)," *Seminar Nasional Komputer dan Informatika*, 2017.
- [7] "Sensor pH Tanah", Depoinovasi, <http://depoinovasi.com/produk-975-sensor-ph-tanah-support-arduino.html>, 13 Oktober 2018 19.45
- [8] "Sensor Soil Moisture", Depoinovasi, <http://depoinovasi.com/produk-334-soil-moisture-sensor-.html>, 13 Oktober 2018 19.30
- [9] "Sensor DHT-11," Depoinovasi, <http://depoinovasi.com/produk-374-dht11-temperatur--humidity-sensor-.html>, 13 Oktober 2018 19.20
- [10] K. Elektronika, "LCD (Liquid Cristal Display)", 2012, <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>, 13 Oktober 2018 18.55