

Penerapan *Internet of Things* pada Sistem Deteksi Kesuburan Tanah

Fauzan Muhammad Iqbal^{1*}, Missi Hikmatyar¹, Nasrudin²

¹Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Perjuangan Tasikmalaya

²Program Studi Agroteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Perjuangan Tasikmalaya

* fauzanmuhammad@unper.ac.id

Abstrak

Tingkat kesuburan tanah dapat diketahui menggunakan beberapa metode, salah satunya yakni melihat warna tanah. Warna tanah sering digunakan sebagai salah satu parameter untuk mengklasifikasikan tanah. Penerapan alat deteksi kesuburan tanah berbasis internet of thing diperlukan untuk memudahkan dalam rekomendasi pemberian dosis pupuk. Penelitian bertujuan untuk mengkaji alat deteksi kesuburan tanah berbasis IoT untuk memudahkan dalam rekomendasi pemberian pupuk. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu mikrokontroler Arduino Uno untuk mengaktifkan sensor warna TCS3200 sebagai perangkat pengambilan data warna tanah. Data sensor yang didapat kemudian diolah mikrokontroler WeMos D1 R1 sehingga diketahui tingkat kesuburan tanahnya. Selanjutnya sistem dirancang agar dapat memberikan notifikasi hasil pengukuran tingkat kesuburan tanah tersebut ke *smartphone* melalui jaringan internet. Adapun metode proses yang digunakan yaitu berdasarkan *engineering design process*. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan IoT dalam mendeteksi kesuburan tanah dapat diterapkan dengan proses EDP. Alat yang dihasilkan tersebut dapat digunakan untuk merekomendasikan jumlah pupuk yang akan diaplikasikan bagi tanaman menggunakan sensor kesuburan tanah. Sistem direkomendasikan agar dapat menginformasikan kalkulasi pemberian pupuk yang tepat berdasarkan data data tingkat kesuburan tanah yang didapatkan.

Kata kunci: kesuburan tanah, MSCC, *Internet of Things*, mikrokontroler, sensor

Abstract

The fertility level or nutrient could be known with some technique, one of it is by looking the color of soil. Soil color often use for one of the parameter for classify the soil. The application of an internet of thing-based soil fertility detection tool is needed to facilitate the recommendation of fertilizer dosage. The research aims to examine IoT-based soil fertility detection tools to facilitate fertilizer recommendations. The method used in this research is Microcontroller Arduino Uno for activate the color sensor TCS3200 as soil data collection device. The data sensor that has been obtained then processed the WeMos D1 R1 so we can know the fertility of soil. The system is designed so we can get the result notification of the measurement soil fertility to smartphone by internet network. Furthermore, the system was designed to be able to provide notification of the results of measuring the level of soil fertility to smartphones by internet network. The process method

used is based on the engineering design process. Based on the research show that the application of IoT in detecting soil fertility can be applied with the EDP. The results tool can be used to recommend the fertilizer dosage to be applied for plants using a soil fertility sensor. The system is recommended so that it can inform the calculation of the right fertilizer application based on the soil fertility data obtained.

Keywords: soil fertility, MSCC, *Internet of Things*, microcontroller, sensor.

Pendahuluan

Teknologi pertanian di Indonesia cenderung lambat berkembang (Sukartini & Solihin, 2013). Ketidakmampuan melaksanakan anjuran teknologi di tingkat usahatani juga menjadi kendala berkembangnya teknologi pertanian. Masih banyak teknologi pertanian konvensional yang belum terdigitalisasi/terotomasi, salah satu contohnya adalah teknologi tanam padi (tanam bibit padi atau lebih dikenal dengan istilah tanam mundur atau tandur). Di Jepang, penanaman bibit padi dilakukan dengan menggunakan mesin berteknologi canggih yang mampu mendeteksi tingkat kesuburan media tanam serta mampu menginjeksikan pupuk saat tingkat kesuburan tanah terindikasi rendah (Badrudin, 2018). Hal tersebut menyebabkan kualitas hasil tani dan efisiensi dalam pelaksanaan budidaya berlangsung lebih optimal (Tinaliah & Elizabeth, 2018).

Tingkat kesuburan tanah mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Rahman *et al.*, 2022). Tanah yang produktif mempunyai kesuburan yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman, akan tetapi tanah subur tidak selalu berarti produktif (Yulianto *et al.*, 2015). Tanah subur akan produktif apabila dikelola dengan tepat serta menggunakan jenis tanaman dan teknik pengelolaan yang sesuai. Warna tanah dapat dijadikan salah satu indikator kesuburan tanah (Chusyairi, 2019). Definisi warna tanah dapat ditentukan dengan cara membandingkan warna tanah dengan warna baku pada *Munsell Soil Color Chart* (Priandana *et al.*, 2016). Akan tetapi, harga buku MSCC sangat mahal dan kurang efisien untuk digunakan.

Salah satu cara lain untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah yakni menggunakan alat berbasis *Internet of Things* (IoT) yang bekerja secara digital.

Penelitian untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah secara digital memang sudah banyak bahkan sudah terintegrasi dengan *IoT*. Berdasarkan penelitian Arafat *et al.* (2021) melakukan penelitian dengan untuk mendeteksi kondisi tanah menggunakan sensor pH secara otomatis. Selain itu, pada penelitian tersebut juga mengkaji tentang perintah pengecekan kadar kelembaban yang dapat dilakukan menggunakan *smartphone* dan komunikasi data antar perangkat menggunakan internet. Penelitian lainnya yakni tentang identifikasi ketercukupan pupuk yang diberikan telah dilakukan dengan memanfaatkan teknologi digital (Afandi *et al.*, 2018). Penelitian tersebut menghasilkan informasi tingkat pupuk yang terdapat pada lahan tanam yang juga mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah. Namun penelitian ini belum mengaplikasikan sistem *IoT*.

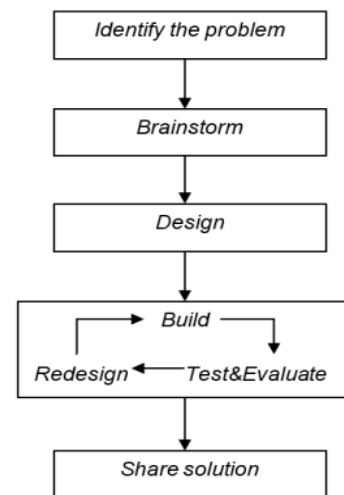
Penelitian lain dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat kesuburan lahan yang direspon oleh tanaman berdasarkan warna daun dengan komunikasi data berbasis *IoT* (Sasmoko *et al.*, 2020) Artinya, banyak cara untuk mengetahui tingkat kesuburan lahan tanam, diantaranya melalui warna daun dan warna lahan tanam. Kedua indikator ini perlu dilakukan penelitian sehingga dapat diketahui indikator mana yang lebih baik dalam menentukan tingkat kesuburan tanah. Dengan memanfaatkan teknologi *IoT* maka data yang diidentifikasi dapat dengan mudah diketahui tanpa terpengaruh masalah jarak.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, maka penelitian terkait alat deteksi kesuburan tanah berbasis *IoT* perlu dilakuka. Selain menentukan tingkat kesuburan tanah, penggunaan alat ini dapat dilakukan untuk merekomendasikan dosis pupuk yang akan diberikan untuk menunjang optimalisasi pertumbuhan tanaman. Secara umum kegunaan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kesuburan lahan tanam sehingga dapat diprediksi jumlah keterbutuhan pupuk yang akan ditebar pada media tanam untuk menghasilkan kualitas tanaman yang optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji alat deteksi kesuburan tanah berbasis *IoT* untuk memudahkan dalam rekomendasi pemberian pupuk.

Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode *Engineering Design Process* (EDP) yang biasa digunakan untuk proses desain sistem. Metodologi tersebut cocok untuk penelitian yang diperlukan pengecekan dan pengevaluasian berkelanjutan sehingga sistem dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan (Abrar & Armin, 2020). Adapun proses EDP yang diterapkan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

Secara rinci proses EDP dilakukan dengan *identify the problem* dengan tujuan untuk menemukan masalah yang perlu diselesaikan. *Brainstorm* dilakukan untuk menginventarisir pemecahan masalah untuk menentukan pengembangan sistem yang akan digunakan. Selanjutnya dilakukan *design* yang bertujuan untuk pengembangan sistem dalam bentuk blue print yang memperlihatkan gambaran sistem secara keseluruhan dan memperlihatkan keterkaitan antar setiap komponen. Pembangunan sistem dilakukan dengan metode *build test & evaluate-redesign* yang bertujuan untuk uji coba dann evaluasi terhadap keberhasilan sistem sesuai permasalahan. Apabila tingkat keberhasilan sesuai dengan tujuan maka pengembangan sistem dapat dilakukan. Adapun tahap terakhir yakni *share solution* yang merupakan tahap akhir proses EDP.

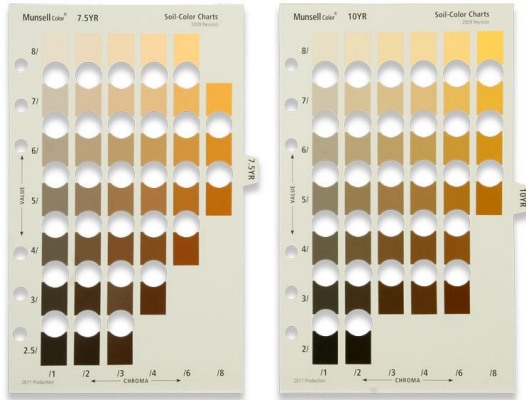


Gambar 1. Proses EDP

Hasil dan Pembahasan

A. Identify the problem

Metodologi penelitian EDP dilakukan dengan cara mengidentifikasi masalah. Sebagaimana diketahui dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Arafat *et al.* (2021) yang menjadikan indikator kelembaban tanah sebagai indikator kesuburan tanah. Pada kenyataannya kondisi tanah juga dapat terukur kesuburannya melalui penglihatan secara fisik (warna) dan pengukuran unsur hara yang terkandung didalamnya (Arafat *et al.*, 2021). Penelitian ini dilakukan untuk mengukur tingkat kesuburan tanah berdasarkan warna tanah dengan menggunakan referensi warna buku MSCC. Buku MSCC disajikan pada Gambar 2. Akan tetapi, untuk mendapatkan data warna tanah pada area tanam tertentu perlu dilakukan pengambilan sampel tanah dari berbagai titik. Hal tersebut akan sangat membutuhkan energi ketika lahan tanam sangat luas.



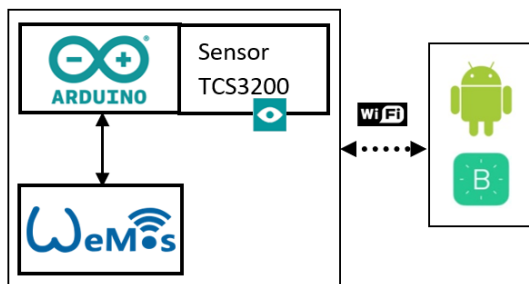
Gambar 2. Buku MSCC

B. Brainstorm

Setelah melakukan identifikasi masalah maka dilakukan pemecahan masalah terhadap masalah yang telah teridentifikasi. Upaya yang dilakukan yakni dengan cara membangun sistem yang mampu mengambil data warna tanah secara efisien tanpa langsung turun ke lapangan (dari jarak jauh). Aktivitas yang diperlukan hanya turun ke lapangan saat awal fase pembangunan sistem. Pada proses pemecahan masalah perlu ditemukan kebutuhan fungsional dan non fungsional dari sistem. Beberapa kebutuhan fungsional pada sistem yang dirancang di antaranya layanan pengambilan data jarak jauh menggunakan *smartphone*. Adapun kebutuhan non fungsional di antaranya komponen perangkat keras seperti sensor warna, Arduino Uno, Wemos D1 R1, *smartphone*, serta komponen perangkat lunak seperti Blynk dan Arduino IDE.

C. Design

Tahapan selanjutnya dari proses EDP yaitu melakukan perancangan desain atau *blue print* sistem keseluruhan. *Blue print* dari pengembangan sistem yang menggambarkan keterhubungan setiap komponen disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Blue print sistem

Mikrokontroler Arduino Uno berfungsi untuk menerima data Sensor TCS3200 dan mengolahnya, hasil pengolahan data sensor tersebut dikirimkan ke WeMos D1 R1 untuk kemudian memberikan notifikasi ke *smartphone* Android melalui sistem

Internet of Things (IoT) menggunakan Aplikasi Blynk. Aplikasi Blynk pada *Smartphone* Android juga dapat dimanfaatkan sebagai perangkat untuk memberikan instruksi kepada Sensor TCS3200 untuk aktif dan mengambil data. Adapun cara kerja sistem tersebut di antaranya penetapan nilai-nilai warna referensi tingkat kesuburan tanah dari tanah yang subur menggunakan aplikasi Blynk pada *smartphone* untuk instruksikan agar sistem mengaktifkan sensor warna. Instruksi diterima WeMos selanjutnya WeMos mengirimkan instruksi ke Arduino Uno sehingga sensor warna aktif dan mengambil data. Sensor akan mengambil data warna tanah kemudian akan mengirimkan hasil pengambilan data ke WeMos melalui Arduino Uno. WeMos mengolah data tersebut sehingga dapat teridentifikasi tingkat kesuburan tanah. Hasil pengolahan data oleh WeMos dikirimkan ke *smartphone* menggunakan aplikasi Blynk melalui jaringan WiFi. Berdasarkan data yang diterima kemudian sensor akan menampilkan hasil deteksi terhadap warna tanah yang sedang dilakukan pengamatan.

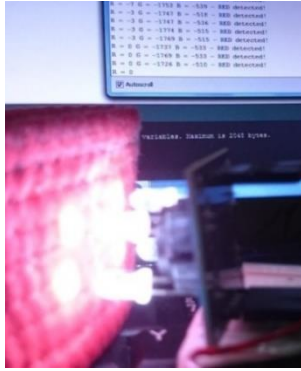
D. Build-test & evaluate-redesign

Setelah dilakukan perancangan desain atau *blue print* sistem secara keseluruhan maka dilakukan tahapan pembangunan sistem berdasarkan desain yang telah ditetapkan. Selanjutnya dilakukan tes dan evaluasi. Apabila sistem berjalan sesuai dengan pemecahan masalah yang diperlukan maka desain tersebut dapat dikatakan berhasil, tetapi apabila tidak berjalan sesuai dengan pendefinisian tujuan dari perancangan sistem maka dilakukan desain ulang sistem. Proses ini terus dilakukan hingga sistem berjalan sesuai dengan keinginan/tujuan perancangan.

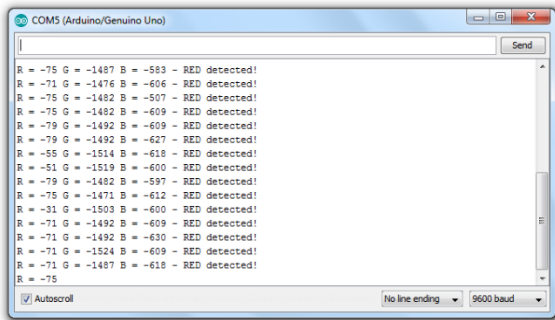
Setelah semua perangkat dirangkai langkah selanjutnya adalah melakukan pemrograman pada mikrokontroler (Arduino Uno dan WeMos D1 R1) menggunakan *software* Arduino IDE. Pengujian perangkat dilakukan melalui beberapa tahapan sistem untuk selanjutnya diintegrasikan sehingga dapat berkomunikasi satu sama lain.

1. Sistem Pembacaan Sensor Warna TCS3200

Sensor Warna TCS3200 dihubungkan dengan Mikrokontroler Arduino Uno R3. Sensor warna akan mendeteksi warna berdasarkan tiga warna dasar yaitu *red, green, blue* (RGB) seperti yang disajikan pada Gambar 4. Kode program pembacaan sensor warna diunggah ke dalam Arduino Uno. Hasil bacaan Sensor Warna TCS3200 dapat dimonitor melalui fasilitas Serial Monitor yang tersedia di *software* Arduino IDE seperti yang disajikan pada Gambar 5.



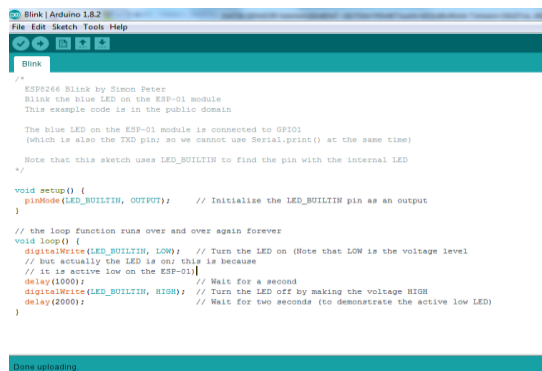
Gambar 4. Uji coba sensor warna pada media warna merah dan serial monitor



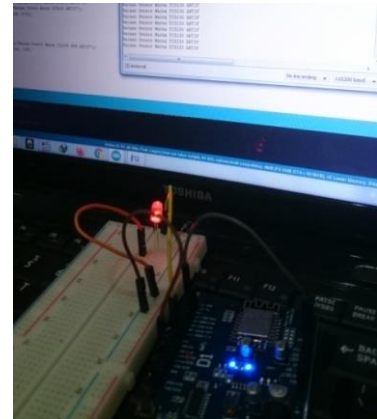
Gambar 5. Reaksi sensor warna terhadap warna merah

2. Sistem IoT Menggunakan Aplikasi Blynk

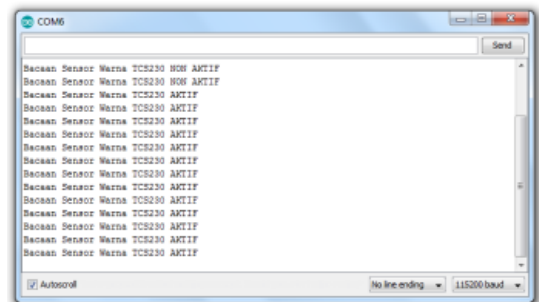
Tahap ini mengatur jenis *hardware* dan metode komunikasi yang akan digunakan. *Hardware* yang digunakan adalah WeMos D1 R1 dan metode komunikasinya menggunakan WiFi. Komunikasi perangkat WeMos dengan *smartphone* melalui jaringan WiFi dilakukan pembuatan program seperti yang disajikan pada Gambar 6. Tes komunikasi antara *hardware* dengan *smartphone* dengan merancang tes sederhana berupa nyala lampu indikator LED dan notifikasi pada *smartphone* untuk menunjukkan adanya komunikasi antara *hardware* dengan *smartphone* melalui jaringan internet (WiFi).



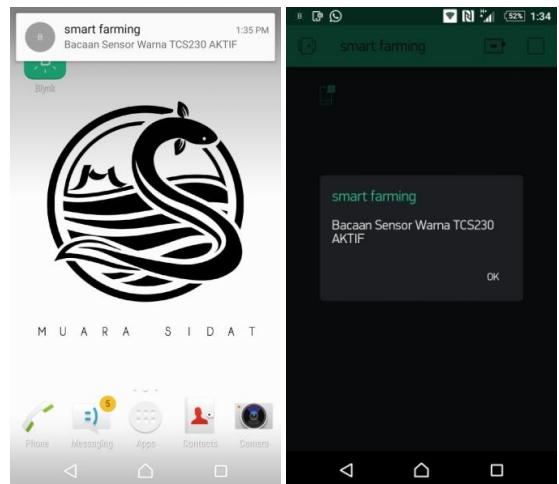
Gambar 6. Kode program WeMos pada Arduino IDE



Gambar 7. Kondisi LED menyala indikasi terjalin komunikasi



Gambar 8. Status aktif pada sistem monitoring

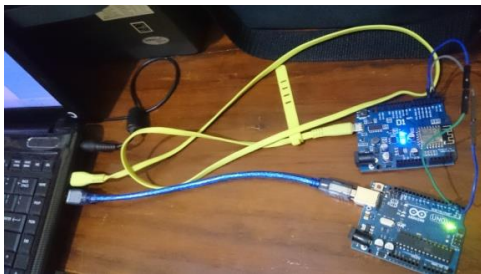


Gambar 9. Notifikasi komunikasi pada *smartphone*

Apabila terjadi komunikasi perangkat keras sistem dalam hal ini adalah sensor pembaca nilai kesuburan tanah, maka kondisi lampu indikator akan menyala seperti yang disajikan pada Gambar 7. Komunikasi ini akan memunculkan status aktif pada sistem monitoring Arduino IDE seperti Yng disajikan pada Gambar 8. Komunikasi antara perangkat IoT dengan *smartphone* akan memberikan notifikasi pada *smartphone* yang digunakan sebagai perangkat untuk melakukan monitoring seperti yang disajikan pada Gambar 9.

3. Komunikasi Arduino dan WeMos D1

Agar Arduino Uno dapat berkomunikasi dengan WeMos D1 R1 maka diperlukan metode penghubung, yaitu dengan menggunakan *Software Serial*. Berikut hasil perancangan komunikasi Arduino dengan WeMos menggunakan komunikasi serial (*Software Serial*). Pin D2 pada WeMos dihubungkan dengan pin 2 pada Arduino, pin D3 pada WeMos dihubungkan dengan pin 3 pada Arduino seperti yang disajikan pada Gambar 10. Kode program pada Arduino Uno menginstruksikan untuk mengirimkan nilai (i) dari 1 sampai tidak terbatas ke WeMos D1 R1 yang disajikan pada Gambar 11. Pengujian tersebut membuktikan bahwa komunikasi Arduino Uno dengan WeMos D1 R1 dapat terjalin, yang terlihat melalui komunikasi serial (*Software Serial*).



Gambar 10. Instalasi perangkat keras



Gambar 11. Kode program pada Arduino uno mengirim data ke WeMos D1 R1

4. Sistem Deteksi Warna Tanah

Warna tanah yang subur didapat dengan cara mengkalibrasi warna warna dasar (*red green Bblue*) sehingga didapat warna referensi sebagai pembandingan. Penelitian akan lebih mudah dan akurat apabila dikalibrasi atau inisialisasi berbagai warna tanah berasal dari buku MSCC. Namun dalam penelitian ini peneliti belum sepenuhnya menggunakan buku tersebut sebagai referensi, hanya pada warna dasar merah yang merupakan warna tanah yang sering ditemukan.

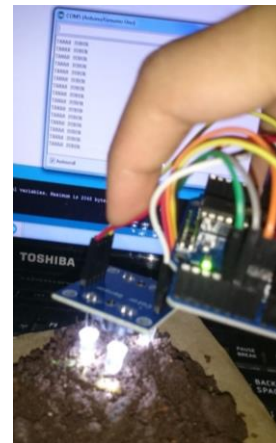
Identifikasi kesuburan tanah yang dilakukan dengan melakukan deteksi pada warna tanah. Uji

coba deteksi kesuburan tanah dilakukan dengan mengambil beberapa sampel tanah seperti yang disajikan pada Gambar 12.






Gambar 12. Sampel tanah untuk uji coba

Berdasarkan tabel MSCC, warna tanah yang gelap mengindikasikan tanah tersebut subur. Tanah dengan warna gelap mengindikasikan jika tanah tersebut subur, ini sesuai dengan tabel MSCC. Pengujian dilakukan dengan perangkat yang telah dibangun seperti yang disajikan pada Gambar 13. Adapun hasil dari pengambilan data pada sampel tanah ditabulasikan pada Tabel 1.



Gambar 13. Pengambilan data sampel

Tabel 1. Hasil pengujian data sampel

No.	Sampel Tanah	Status
1		Kurang Subur
2		Kurang Subur
3		Subur



Secara umum, penggunaan alat pendeteksi berbasis IoT dapat membantu dalam menentukan kesuburan tanah. Hal ini akan membantu dalam merekomendasikan petani dalam menggunakan dosis pupuk untuk mencukupi kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Penerapan sistem tersebut diterapkan berdasarkan metode EDP.

Hasil dari penelitian ini adalah bahwa deteksi tingkat kesuburan tanah terbukti dapat terlihat melalui tampilan visual dalam hal ini adalah warna tanahnya, semakin hitam warna tanah maka semakin tinggi unsur hara yang terkandung. Dengan memanfaatkan teknologi digital, maka deteksi kesuburan tanah akan dapat diketahui tanpa membandingkan sampel tanah dengan buku MSCC secara langsung, dan dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* maka data tingkat kesuburan tanah dapat dengan mudah diketahui dimana saja tanpa terkendala jarak pengambilan data, sehingga menghasilkan efisiensi pekerjaan. Penelitian yang telah dilakukan terhadap 4 sampel tanah berbeda dengan tingkat warna berbeda pula. Semua sub sistem telah diuji dan menunjukkan keberhasilan, namun belum didapat kalibrasi secara tepat dan akurat untuk menunjukkan warna tanah yang subur maupun yang tidak subur.

Pada pengembangannya, direkomendasikan agar sistem disempurnakan sehingga didapat kalibrasi yang tepat untuk menunjukkan tingkat kesuburan tanah secara akurat. Sistem akan dilengkapi dengan parameter-parameter tambahan sehingga semakin akurat dalam perhitungan tingkat kesuburan tanahnya, yaitu dengan menambahkan sensor pH. Sistem akan memanfaatkan robot dalam pengambilan data sampel tanah yang dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan aplikasi Blynk.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, kajian dalam penerapan alat pendeteksi kesuburan tanah berbasis IoT menggunakan proses EDP dapat membantu dalam merekomendasikan dosis pupuk. Dalam proses pengembangan alat ini diperlukan penyempurnaan sistem dengan memanfaatkan robot agar dapat dikendalikan pada jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk. Sistem direkomendasikan agar dapat menginformasikan kalkulasi pemberian pupuk yang tepat berdasarkan data data tingkat kesuburan tanah yang didapatkan.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada keluarga dan para narasumber dari Program Studi Agroteknologi, Sistem Informasi, Sistem Komputer, dan Teknik Informatika yang telah memberikan arahan dalam pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

- Abrar, A., & Armin, A. (2020). Rancang bangun robot cerdas menggunakan raspberry PI dan python. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 6(1), 33-38. Available from: <https://doi.org/10.32487/jst.v6i1.792>.
- Afandi, H., Eris, M., & Ulum, R. (2018). Pembuatan prototipe alat ukur kesuburan tanah berbasis arduino uno. *Seminar Nasional Edusainstek FMIPA UNIMUS 2018*, 160-165. Available from: <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/viewFile/4213/3908>.
- Arafat, A., Ratna, S., Wagino, W., & Ibrahi, I. (2021). Perancangan dan pengujian alat untuk memonitoring kelembaban tanah dan pemberian pupuk cair pada tanaman cabai berbasis internet of things. *Technologia*, 12(4), 286-291. Available from: <https://doi.org/10.31602/tji.v12i4.5639>.
- Badrudin, M. (2018). Perencanaan dan penelitian mesin pertanian tanam padi tipe 2 baris. *Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin*, 1(1), 1-9. Available from: <https://mesin.untag-sby.ac.id/backend/uploads/pdf/11.pdf>.
- Chusyairi, A. (2019). Aplikasi e-soil untuk mengidentifikasi warna tanah berbasis android menggunakan munsell soil color chart. *Jurnal Teknomatika*, 9(1), 1-12. Available from: <http://ojs.palcomtech.ac.id/index.php/teknomatika/article/view/147>.
- Priandana, K., Zulfikar, A.S., & Sukarman, S. (2016). Mobile munsell soil color chart berbasis android menggunakan histogram ruang citra HVC dengan klasifikasi KNN. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Agri-Informatika*, 3(2), 93-101. Available from: <https://doi.org/10.29244/jika.3.2.93-101>.
- Rahman, H.D., Nasrudin, N., & Saleh, I. (2022). Respons pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun jepang akibat pengurangan dosis pupuk urea, SP-36, dan KCl. *AGROTEKNIKA*. 5(2): 107-117. Available from: <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v5i2.156>.
- Sasmoko, D., Danang, D., Budi, P. S., & Kurniawan, M.A. (2020). Penggunaan sensor TCS3200 dan nodeMCU untuk mendeteksi warna duan padi dalam menentukan jumlah

- pupuk urea berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Elektronika dan Komputer*, 13(1), 87-102. Available from: <https://doi.org/10.51903/elkom.v13i1.174>.
- Sukartini, N.M., & Solihin, A. (2013). Respon petani terhadap perkembangan teknologi dan perubahan iklim: studi kasus subak di Desa Gadungan, Tabanan, Bali. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan (JEKT)*, 6(2), 128-139. Available from: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jekt/article/view/7445/5684>.
- Tinaliah, T., & Elizabeth, T. (2018). Perbandingan hasil deteksi plagiarisme dokumen dengan metode Jaro-Winkler distance dan metode latent semantic analysis. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 6(1), 7-12. Available from: <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.6.1.2018.7-12>.
- Yulianto, Y., Gunawan, J., & Hazriani, R. (2015). Studi kesuburan tanah pada beberapa penggunaan lahan di Desa Pangkal Baru Kecamatan Tempunak Kabupaten Sintang. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 2(3), 1-9. Available from: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jspp/article/view/4018/4066>.