

DESAIN SISTEM KONTROL PEMETAAN LAHAN PRODUKSI DARI TANAM HINGGA PANEN DAN PENGOLAHAN PASCA PANEN BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Rosyid R. Al Hakim^{1,2,*}, Ichsan N. Islam¹, Agung Pangestu¹, Arie Jaenul¹, Dian Nugraha³,
Yanuar Z. Arief^{1,4}, Eko Ariyanto¹

¹Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta,
Grand Depok City Jl. Boulevard Raya 2, Depok, Jawa Barat, Indonesia

²Departemen Biologi Lingkungan, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr.
Soeparno 63, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

³Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta,
Grand Depok City Jl. Boulevard Raya 2, Depok, Jawa Barat, Indonesia

⁴Department of Electrical & Electronic Engineering, Faculty of Engineering, Universiti
Malaysia Sarawak, Kota Samarahan, Sarawak, Malaysia

*rosyidridlo@student.jgu.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan lahan secara umum dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya untuk komoditas pertanian. Penggunaan lahan untuk pertanian sangat bergantung pada bagaimana kita melakukan pengawasan dan pemeliharaan, pengendalian hama, dan monitoring lahan selama proses pertanian berlangsung. Hal ini akan berpengaruh terhadap produktivitas pertanian. Pola tanam pada pertanian memerlukan teknik pemetaan yang direncanakan secara matang. Pemetaan dapat dilakukan dengan sistem otomatis yang memanfaatkan sensor. Penggunaan sensor untuk *smart-farm* sangat beragam, salah satunya dapat diterapkan untuk sistem kontrol *smart-farm*. Metode penelitian menggunakan metode SDLC *waterfall*. Hasil penelitian berupa sistem kontrol pemetaan lahan pertanian untuk produksi tanam hingga proses pasca panen dikontrol dengan sistem kontrol yang terdiri atas beberapa sensor-sensor pendukung dan menggunakan modul NodeMCU serta sistem dapat diimplementasi pada *platform* Android OS.

Kata kunci : Android, IoT, pemetaan lahan, pengolahan pasca panen, sistem kontrol.

ABSTRACT

In general, land use is influenced by several factors, one of which is for agricultural commodities. The use of land for agriculture is very dependent on how we carry out surveillance and maintenance, pest control, and monitoring of the land during the agricultural process. This will affect agricultural productivity. The cropping pattern in agriculture requires a well-planned mapping technique. Mapping can be done with an automatic system that utilizes sensors. The use of sensors for smart-farms is very diverse, one of which can be applied to a smart-farm control system. The research method uses the SDLC waterfall method. The results of the study were a control system for mapping agricultural land for planting production until the post-harvest process was controlled by a control system consisting of several supporting sensors and using the NodeMCU module and the system can be implemented on the Android OS platform.

Keywords : Android, control system, IoT, land mapping, post-harvest processing.

PENDAHULUAN

Penggunaan lahan secara umum dipengaruhi oleh beberapa faktor tergantung pada faktor pendorong tingkat skala spasial yang berbeda, seperti kebijakan penggunaan lahan, tuntutan global untuk komoditas pertanian, dan penggunaan lahan untuk keperluan lain di luar bidang pertanian [1], [2]. Tetapi, penggunaan lahan untuk pertanian sangat bergantung pada bagaimana kita melakukan pengawasan dan pemeliharaan [1], pengendalian hama [3], dan *monitoring* lahan selama proses pertanian berlangsung [4]. Hal ini akan berpengaruh terhadap produktivitas pertanian yang maksimal [1].

Lahan pertanian digunakan sebagai tempat untuk pertanian sejak tanaman ditanam hingga panen [1]. Penggunaan lahan pertanian secara metode cocok tanam akan terdapat banyak variasi penanaman tergantung dari jenis tanaman yang ditanam [5]. Penggunaan lahan pertanian juga memerlukan perhatian khusus karena hal ini akan berdampak pada keberhasilan hasil panennya. Perhatian dan *monitoring* teratur terhadap kondisi lingkungan yang mudah berubah di lahan pertanian, serta memperhatikan komposisi komunitas tanaman yang bisa berubah [6].

Pola tanam pada pertanian untuk menanam berbagai macam tanaman memerlukan teknik pemetaan yang direncanakan secara matang. Potensi tanaman untuk tumbuh sangat bervariasi tergantung dari jenis tanamannya [3]. Dalam merancang pola tanam pada pertanian, perlu juga dilakukan pemetaan lahan untuk merencanakan pertanian. Pemetaan sendiri merupakan teknik dalam mendapatkan informasi dari suatu titik pada tempat tertentu dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan sekitarnya [7]. Pemetaan dapat dilakukan dengan sistem otomatis yang memanfaatkan sensor. Sensor yang digunakan salah satunya sensor ultrasonik untuk pemetaan kondisi suatu tempat yang ditentukan [7]–[9].

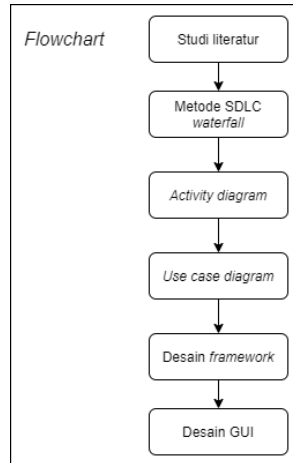
Sistem kontrol yang dikembangkan pada era saat ini adalah yang berbasis teknologi sensor dengan terintegrasi *internet* atau disebut *internet of things* (IoT). IoT dapat berperan dalam pertanian sehingga disebut sebagai *smart-farm* [10]. Penelitian-

penelitian terdahulu yang memanfaatkan teknologi sensor serta IoT seperti penelitian Al Hakim et al. [10] yang membangun *framework* untuk keperluan *start-up* di bidang pangan. Verdouw et al. [11] membangun sistem pertanian *smart-farm* yang berbasis IoT. Al Hakim et al. [12] mendesain manajemen irigasi lahan pertanian yang dikontrol dari jarak jauh dengan IoT. Penggunaan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak berkendara yang tertanam pada helm [13]. Pengendalian kondisi udara dalam ruangan yang berbasis IoT [14]. Pemanfaatan IoT untuk pengeringan pakaian yang memanfaatkan sensor tertentu [15].

Cara paling mudah untuk memenuhi keperluan *monitoring* dan perawatan rutin lahan pertanian yang digunakan untuk penanaman salah satunya seperti sistem kontrol yang dapat memetakan lahan produksi pertanian sejak tanaman ditanam hingga pengurusan pasca panennya. Karena pola tanam yang acak dan pola panen yang tidak teratur ditambah pemanfaatan sisa limbah pertanian yang minim mengharuskan manajemen pengendalian produksi pangan yang terkontrol [16]. Dengan adanya sistem kontrol ini, diharapkan area lahan yang sedang tanam, area lahan yang sedang panen, dan area lahan pasca produksi menjadi lebih baik, sehingga penelitian ini berusaha untuk mendesain sistem kontrol pemetaan lahan produksi dari proses tanam hingga panen dan pengolahan pasca panennya yang berbasis *internet of things* (IoT).

METODE

Metode penelitian mengacu pada Al Hakim et al. [17] untuk membangun sebuah sistem, menggunakan metode SDLC (*system development life cycle*). Metode SDLC yang dipilih adalah *waterfall method*. Diagram alir atau mekanisme jalannya penelitian dijelaskan secara ilustrasi pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Berdasarkan Gambar 1, alur penelitian adalah terdiri atas tahapan: 1) studi literatur; 2) perancangan sistem kontrol dengan metode SDLC tipe *waterfall method*; 3) desain *activity diagram*; 4) desain *use case diagram*; 5) desain *framework* sistem; dan 6) desain *graphical user interface* (GUI).

1. Studi Literatur

Studi literatur dengan menghimpun pustaka-pustaka yang relevan dari jurnal-jurnal ter-indeks Scopus ([2], [4]–[6], [13], [16]) dan jurnal nasional ([1], [3], [7], [8]).

Untuk merancang sistem kontrol pemetaan lahan produksi dari tanam hingga panen dan pengolahan pasca panen yang berbasis IoT, maka sistem memerlukan sensor-sensor pendukung. Sensor-sensor yang diperlukan antara lain sensor suhu dan kelembaban, sensor ultrasonik, *photometric* sensor, sensor vibrasi, dan sensor GPS.

Sensor ultrasonik digunakan untuk memetakan suatu kondisi tempat, sensor ini terdiri atas dua bagian, unit penerima dan unit pemancar. Kedua unit ini berstruktur sederhana, tersusun atas kristal *piezoelectric* yang terhubung dengan mekanik jangkar dengan sambungan sebuah diafragma penggetar. Bagian pelat logam diberi tegangan bolak balik (AC) yang

berfrekuensi 40 hingga 400 kHz. Sehingga, hal ini akan menyebabkan pengikatan secara mengembang atau menyusut akibat adanya polaritas tegangan yang diberikan kepada kristal *piezoelectric*, hal ini terjadi pada struktur atomnya. Kejadian tersebut disebut efek *piezoelectric*. Kontraksi yang terbentuk dilanjutkan menuju diafragma penggetar sehingga menghasilkan gelombang ultrasonik memancar ke udara sekitar, apabila terdapat benda spesifik di sekitarnya maka dapat menghasilkan pantulan gelombang ultrasonik. Pantulan gelombang itu kemudian diterima oleh unit sensor-penerima. Selanjutnya diakhiri dengan adanya getaran diafragma penggetar yang menyebabkan terjadinya efek *piezoelectric* sehingga menyebabkan munculnya tegangan bolak balik (AC) yang berfrekuensi serupa [18].

Sensor suhu dan kelembaban salah satunya jenis DHT11. Sensor DHT11 dapat men-*sensing* objek suhu dan kelembaban pada satu *module* yang mempunyai *output* sinyal digital terkalibrasi. Modul sensor ini tergolong dalam elemen resesif. Sensor DHT11 mempunyai keunggulan dibanding dengan jenis lain, seperti kualitas pembacaan *data sensing* sangat baik, responsif atau cepat dalam pembacaan kondisi obyek, dan tidak mudah terinterferensi [19]. Nilai kelembaban tanah dapat di deteksi menggunakan sensor *soil moisture*, nilai suhu dan kelembaban sekitarnya di deteksi dengan sensor *temperature and humidity* [20].

Sensor *photometric* terdiri atas modul *hardware* yang meliputi sumber dan penerima cahaya yang sesuai dan modul mikrokontroler. Pengontrol memungkinkan *software* dikendalikan dan operasi *multiplexing* dari sumber

cahaya dan saluran penerima. Nilai sinyal rata-rata dihitung dan arus gelap dikurangi, sementara itu data ditransmisikan melalui *universal serial bus* (USB) [21].

Global Positioning System (GPS) merupakan sistem navigasi radio berbasis satelit. Penggunaan sinyal satelit menjadikan pesawat penerima GPS dapat mengalkulasi posisi koordinat titik tersebut terhadap rata-rata permukaan laut [22].

Modul GPS yang digunakan pada penelitian ini adalah *GPS Ublox-Neo 6M*. Data NMEA dari GPS diolah menggunakan *library Tiny GPS++* memakai metode *parsing data*. Data yang digunakan adalah data garis lintang (*latitude*) dan garis bujur (*longitude*) [23].

2. Metode SDLC tipe *waterfall*.

Menurut Al Hakim et al. [10], [17], [24] metode SDLC tipe *waterfall* terdiri atas tahapan: 1) analisis kebutuhan sistem; 2) desain sistem; 3) implementasi program (*coding*); 4) pengujian dan pemeliharaan.

1) Analisis Kebutuhan Sistem

Observasi masalah yang ada pada sistem adalah belum banyak penelitian sistem kontrol untuk manajemen lahan produksi, dari proses penanaman hingga pasca panen. Disisi lain, kebutuhan teknologi IoT untuk menunjang *smart-farm* perlu ditingkatkan, sehingga sistem akan memenuhi kebutuhan-kebutuhan ini. *Platform* yang diharapkan dapat diimplementasikan adalah *mobile* Android, *website*, atau perangkat *mobile* lain yang belum disebutkan.

Kalender musim tanam pada lahan produksi pertanian mempengaruhi pemilihan varietas yang tepat.

Varietas yang tahan terhadap air tidak mungkin ditanam pada musim kemarau atau sebaliknya, hal ini dikarenakan akan sangat berpengaruh pada daya tumbuh, daya kembang, dan daya tahan baik oleh volume air maupun organisme pengganggu tanaman (hama) pada musim tanam saat produksi berlangsung.

Kontrol hama digolongkan dalam 4 kategori: 1) organisme gerak cepat, seperti tikus, babi, dan sebagainya; 2) organisme terbang kecil, seperti wereng, kupu-kupu, dan sebagainya; 3) organisme gerak lambat, seperti keong, gunda, dan sebagainya; 4) organisme terbang besar, seperti burung.

Adapun kontrol kelembaban lahan produksi sangat menentukan keberhasilan produksi pertanian. Perlakuan hasil produksi pertanian dan limbah pasca produksi juga dapat mendorong tepatnya kalender produksi selanjutnya. Hasil produksi pertanian digolongkan menjadi 3 pasar: 1) pasar pangan; 2) pasar benih; 3) pasar industri.

Perlakuan pengolahan hasil panen tentunya melihat tujuan pasarnya. Bahkan perlakuan dikendalikan dari awal produksi hingga tujuan produk terbentuk.

Sementara limbah produksi baik di lahan tanam seperti jerami sampai limbah pengolahan hasil panen seperti sekam, bekatul, dan menir (*tanggok*) dikelola khusus hingga menghasilkan bentuk-bentuk lain yang dapat bernilai ekonomis, selain itu dapat menyelamatkan lingkungan.

Perlakuan tersebut membutuhkan banyak sistem kontrol dengan bermacam bentuk. Sistem ini

mengelompokkan tiga jenis hasil panen yang digunakan sebagai sampel: 1) padi basah dengan oven pengering; 2) jerami dengan kipas pengering; 3) bekatul dengan *drayer* pengering.

Dikarenakan fungsi pengering adalah sama, namun penggunaannya berbeda dan bentuknya berbeda serta sensornya pun tentu berbeda. Sistem akan mencoba mengklasifikasikan sensor yang sesuai untuk keperluan pasca panen. Agar sensor dapat bekerja dengan baik, maka diperlukan modul mikrokontroler sebagai komponen utama sistem kontrol. Modul yang dipilih adalah mikrokontroler jenis NodeMCU.

2) Desain Sistem

Desain sistem terdiri atas *activity diagram* sistem dan *use case diagram* sistem.

3) Implementasi Program (*coding*)

Sistem akan diimplementasikan pada program Android Studio untuk penulisan *code* sistem, secara *trial* desain sistem ini diujicobakan pada *platform* Android, namun pengembangan sistem untuk dapat diimplementasikan ke *platform* lain sangat memungkinkan di masa mendatang.

4) Pengujian dan pemeliharaan

Pengujian sistem dilakukan secara *black-box testing* dan pemeliharaan

sistem dilakukan guna *maintenance* sistem baik dari sisi GUI maupun fitur-fitur di dalam sistem agar tidak ditemukan adanya *bug* yang parah

3. Desain *Activity Diagram* dan *Use Case Diagram* Sistem

Tahapan ini merupakan bagian dari tahapan desain sistem pada metode SDLC *waterfall*. Sistem ini dibuat *activity diagram* sistem dan *use case diagram* sistem. *Activity diagram* digunakan untuk menjelaskan bagaimana proses sistem dan pengguna berinteraksi, sedangkan *use case diagram* menunjukkan proses bagaimana pengguna bekerja dengan sistem berjalan.

4. Desain *Framework* Sistem

Framework yang disusun menjelaskan ilustrasi rancangan kerja dari sistem ketika sistem dijalankan, serta bagaimana proses sistem berjalan sejak dimulai hingga berakhir.

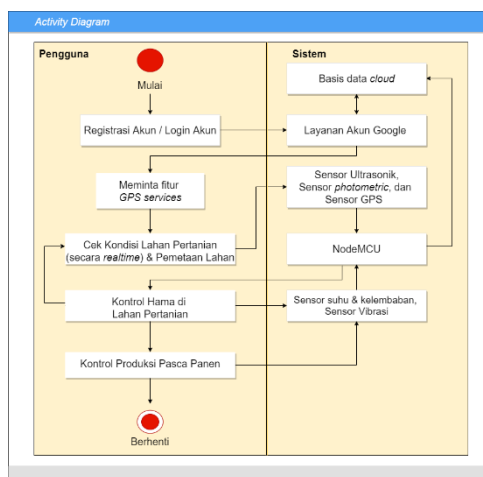
5. Desain *Graphical User Interface* (GUI)

Desain GUI merupakan ilustrasi sistem yang didesain sesuai dengan antar-muka pengguna. GUI yang disusun diharapkan dapat secara *user-friendly* ketika sistem dijalankan oleh pengguna. GUI akan memberikan pengalaman pengguna dalam mengoperasikan sistem (*user experience/UX*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Activity Diagram dan Use Case Diagram Sistem

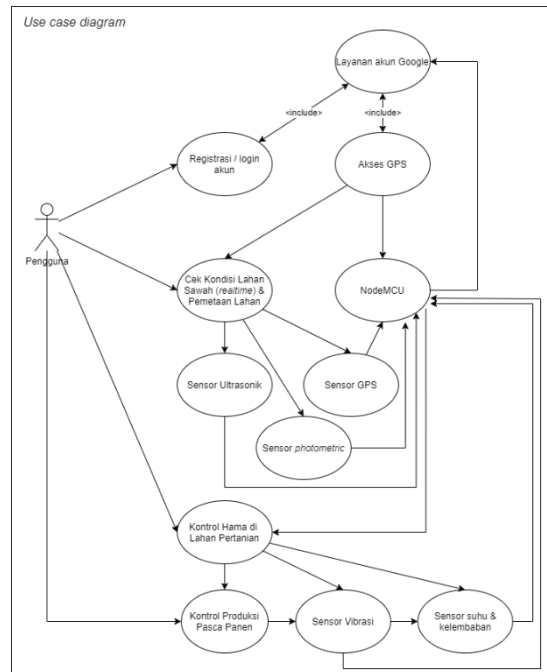
Activity diagram sistem berjalan menjelaskan bagaimana proses interaksi antara sistem berjalan dengan pengguna. *Activity diagram* sistem terjadi ketika pengguna sudah memulai sistem. Sistem akan berjalan setelah pengguna mengaktifkannya dan secara otomatis memperbarui (*auto-update*) secara *real-time* berdasarkan kondisi pembacaan sensor di lapangan. Detail *activity diagram* sistem dijelaskan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Activity diagram sistem berjalan

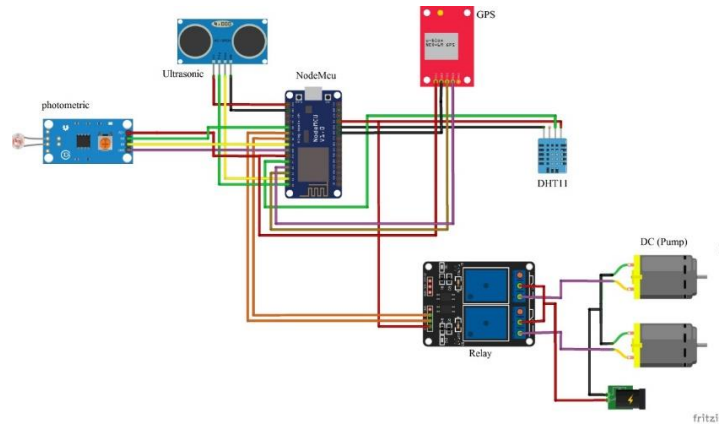
Setelah *activity diagram* didesain, selanjutnya desain *use case diagram*. *Use case diagram* menjelaskan bagaimana pengguna sistem dapat berinteraksi dengan sistem berjalan. Pengguna secara langsung berinteraksi dengan sistem melalui berbagai fitur dan fasilitas yang tersedia dalam *use*

case diagram. Secara lebih rinci, *use case diagram* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Use case diagram sistem

Setelah *activity diagram* dan *use case diagram* didesain, sistem dicoba untuk diterapkan berbagai sensor-sensor yang diperlukan. Sensor-sensor yang diperlukan antara lain sensor suhu dan kelembaban, sensor ultrasonik, *photometric* sensor, sensor vibrasi, dan sensor GPS. Masing-masing sensor ini masing-masing disambungkan ke modul mikrokontroler NodeMCU. Penjelasan setiap sensor yang dihubungkan dengan NodeMCU dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Wiring sistem kontrol

Tampilan antar-muka pengguna (GUI) memberikan pengalaman pengguna terhadap sistem berjalan. Sistem didesain dengan tampilan yang *user-friendly*, sehingga memudahkan pemahaman pengoperasian. Pengguna yang awam dengan sistem kontrol ini dapat dengan cepat menguasai seluruh fitur yang terdapat dalam sistem. Secara lebih rinci, contoh tampilan, salah satunya GUI sistem pada halaman awal ketika sistem pertama kali dijalankan dan kemudian dipilih tombol “Mulai” dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. GUI pada tampilan awal sistem ketika dijalankan yang mengharuskan login akun

Sistem diuji secara *blac-box testing* dan dilakukan pemeliharaan. Fitur-fitur yang terdapat dalam sistem akan diuji seluruhnya untuk memastikan tidak ditemukan adanya *bug* pada sistem [17], [24]. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian sistem kontrol pemetaan lahan produksi dari tanam hingga panen dan pengolahan pasca panen

No.	Fitur Diuji	Rencana Uji	Hasil Diharapkan	Hasil Uji
1.	Halaman awal	Menampilkan splashscreen halaman awal	Berhasil menampilkan splashscreen halaman awal	Sesuai harapan

2.	Halaman Cek kondisi lahan dan pemetaan	Menampilkan pemetaan lahan dengan kondisi lingkungan yang terbaca sensor	Berhasil menampilkan pemetaan lahan dengan kondisi lingkungan yang terbaca sensor	Sesuai harapan
3.	Halaman Kontrol hama	Menampilkan hasil deteksi sensor terhadap gangguan hama di lahan	Berhasil menampilkan hasil deteksi sensor terhadap gangguan hama	Sesuai harapan
4.	Halaman produksi pasca panen	Menampilkan pilihan proses produksi pasca panen sesuai produk	Berhasil Menampilkan pilihan proses produksi pasca panen	Sesuai harapan

SIMPULAN

Sistem kontrol pemetaan lahan pertanian untuk produksi tanam hingga proses pasca panen dikontrol dengan sistem kontrol yang terdiri atas beberapa sensor-sensor pendukung dan menggunakan modul NodeMCU serta sistem dapat diimplementasi pada *platform* Android OS. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan sistem kontrol ini khususnya implementasi langsung di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] E. Manihuruk, H. Harianto, and N. Kusnadi, “ANALISIS FAKTOR YANG MEMENGARUHI PETANI MEMILIH POLA TANAM UBI KAYU SERTA EFISIENSI TEKNIS DI KABUPATEN LAMPUNG TENGAH,” *J. AGRISEP*, vol. 17, no. 2, pp. 139–150, 2018.

[2] N. Ramankutty *et al.*, “Trends in

- Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security,” *Annu. Rev. Plant Biol.*, vol. 69, no. 1, pp. 789–815, 2018.
- [3] M. Sepe and M. I. Djafar, “Perpaduan Tanaman Refugia Dan Tanaman Kubis Pada Berbagai Pola Tanam Dalam Menarik Predator Dan Parasitoid Dalam Penurunan Populasi Hama,” *AGROVITAL J. Ilmu Pertan.*, vol. 3, no. 2, p. 55, 2018.
- [4] J. Göpel *et al.*, “Future land use and land cover in Southern Amazonia and resulting greenhouse gas emissions from agricultural soils,” *Reg. Environ. Chang.*, vol. 18, no. 1, pp. 129–142, 2018.
- [5] H. Yin, A. V. Prishchepov, T. Kuemmerle, B. Bleyhl, J. Buchner, and V. C. Radeloff, “Mapping agricultural land abandonment from spatial and temporal segmentation of Landsat time series,” *Remote Sens. Environ.*, vol. 210, pp. 12–24, 2018.
- [6] C. A. Barker, N. E. Turley, J. L. Orrock, J. A. Ledvina, and L. A. Brudvig, “Agricultural land-use history does not reduce woodland understory herb establishment,” *Oecologia*, vol. 189, no. 4, pp. 1049–1060, 2019.
- [7] R. Santoso, W. Kurniawan, and G. Setyawan, “Perancangan Sistem Pemetaan Ruang Secara Dua Dimensi Menggunakan Sensor Ultrasonik,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 3, pp. 192–205, 2017.
- [8] S. Sendari *et al.*, “Pemetaan Arena Kerja Menggunakan Sensor Ultrasonik Pada Robot Omnidireksional,” *J. FORTECH*, vol. 1, no. 1, pp. 20–27, 2020.
- [9] A. Muliawan, M. Syaryadhi, and Z. Zulhelmi, “Desain Prototipe Sistem Pemetaan Dasar Sungai Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler ATMega328P,” *KITEKTRO J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. 2, no. 3, 2017.
- [10] R. R. Al Hakim, Y. Z. Arief, A. Pangestu, and A. Jaenul, “Framework Pangan45.id, Start-Up Android Bidang Pangan Untuk Mendukung Kemandirian dan Ketahanan Pangan Indonesia,” in *Seminar Nasional Akselerasi Teknologi Pangan dan Industri Perdesaan 2020*, 2020, pp. 1–7.
- [11] C. Verdouw, H. Sundmaeker, B. Tekinerdogan, D. Conzon, and T. Montanaro, “Architecture framework of IoT-based food and farm systems: A multiple case study,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 165, p. 104939, 2019.
- [12] R. R. Al Hakim, A. Pangestu, A. Jaenul, and Ropiudin, “Desain Manajemen Irigasi Kontrol Jarak Jauh Berbasis IoT dengan Terintegrasi Android,” in *Seminar Nasional Perteta – FTIP Unpad 2021*, 2021, pp. 1–4.
- [13] A. Pangestu, M. N. Mohammed, S. Al-Zubaidi, S. H. K. Bahrain, and A. Jaenul, “An internet of things toward a novel smart helmet for motorcycle: Review,” in *AIP Conference Proceedings*, 2021, vol. 2320, no. 1, p. 050026.
- [14] A. Pangestu, M. Yusro, W. Djatmiko, and A. Jaenul, “The Monitoring System of Indoor Air Quality Based on Internet of Things,” *Spektra J. Fis. dan Apl.*, vol. 5, no. 2, pp. 141–152, 2020.
- [15] I. N. Islam and A. Pangestu, “PERANCANGAN ALAT PENERING DAN PENSTERIL PAKAIAN MENGGUNAKAN BIMETAL DAN SINAR ULTRAVIOLET BERBASIS IOT,” in *Prosiding Penelitian Pendidikan dan Pengabdian 2021*, 2021.
- [16] S. Pal and S. Ziaul, “Detection of land use and land cover change and land surface temperature in English Bazar urban centre,” *Egypt. J. Remote Sens. Sp. Sci.*, vol. 20, no. 1, pp. 125–145, 2017.
- [17] R. R. Al Hakim, E. Rusdi, and M. A. Setiawan, “Android Based Expert System Application for Diagnose COVID-19 Disease: Cases Study of Banyumas Regency,” *J. Intell. Comput. Heal.*

Informatics, vol. 1, no. 2, pp. 1–13, 2020.

[18] T. Thamaraimanalan, S. P. Vivekk, G. Satheeshkumar, and P. Saravanan, “Smart Garden Monitoring System Using IOT,” *Asian J. Appl. Sci. Technol. (Open Access Q. Int. J.)*, vol. 2, no. 2, pp. 186–192, 2018.

[19] M. Sheth and P. Rupani, “Smart Gardening Automation using IoT with BLYNK App,” *Proc. Int. Conf. Trends Electron. Informatics, ICOEI 2019*, vol. 2019-April, no. Icoei, pp. 266–270, 2019.

[20] S. K. Sinha, B. Singh, and A. Kumar Gupta, “IOT Based Smart Garden Monitoring System,” vol. 8, no. 10, pp. 380–383, 2017.

[21] U. Timm, J. Kraitl, K. Schnurstein, and H. Ewald, “Photometric sensor system for a non-invasive real-time hemoglobin monitoring,” *Adv. Biomed. Clin. Diagnostic Syst. XI*, vol. 8572, no. March, p. 857204, 2013.

[22] M. A. Yetti Yuniati, Melvi Ulvan, “Implementasi Modul Global Positioning System (GPS) Pada Sistem Tracking Bus Rapid Transit (BRT) Lampung,” *Univ. Lampung. Lampung*, vol. 14, no. 2, pp. 150–156, 2016.

[23] A. R. H. Martawireja and H. Supriyanto, “Penentuan Lintasan Pergerakan Quadcopter Berbasis GPS (Global Positioning System),” *J. Teknol. dan Rekayasa Manufaktur*, vol. 1, no. 2, pp. 1–14, 2019.

[24] R. R. Al Hakim, G. E. Setyowisnu, and A. Pangestu, “Rancang Bangun Media Pembelajaran Matematika Berbasis Android pada Materi Persamaan Diferensial,” *Kontinu J. Penelit. Didakt. Mat.*, vol. 4, no. 2, pp. 82–91, 2020.