



Nemui Nyimah: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat
Vol 5, No. 1, 2025, hlm.121—130
ISSN 2808-0904 (online)

Peningkatan Transformasi Digital Pertanian Desa Air Kubang melalui AGV dan IoT

Aryanto^{1*}, I Nengah Marccel Janara Brata Cipta¹, Muhamad Akbar¹, Noven¹

¹Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jalan Soemantri Brojonegoro No 1, Bandar Lampung, Lampung, 35135, Indonesia

*Penulis koresponden, e-mail: aryanto@eng.unila.ac.id. No. HP 082110966226

artikel masuk: 20-April-2025; artikel diterima: 20-Mei-2025

Abstract: This community service program aims to implement Internet of Things (IoT) and Blockchain-based Autonomous Ground Vehicle (AGV) technology to support precision agriculture in Air Kubang Village, Tanggamus Regency. The program is motivated by the need for farmers to adopt more efficient, modern, and accurate systems for monitoring and managing agricultural land. The methods used include a participatory approach through socialization, training sessions, and direct demonstrations of IoT and AGV devices. The team also conducted a needs assessment, system design, and field implementation evaluation. The results indicate strong enthusiasm and responsiveness from farmers in adopting digital technologies, especially in environmental monitoring and automated data collection using AGVs. The developed system successfully provides real-time information on soil moisture, temperature, and potential environmental threats, while also simplifying documentation and enabling data-driven decision-making. The conclusion of this activity is that integrating IoT and blockchain-based AGV systems can enhance land management efficiency, strengthen data integrity for farmers, and promote digital transformation in rural agriculture. Future development may focus on broader system adoption and integration with other agricultural digital ecosystems.

Keywords: Internet of things; AGV; blockchain; precision agriculture; kubang water.

Abstrak: Pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menerapkan teknologi Internet of Things (IoT) dan Autonomous Ground Vehicle (AGV) berbasis blockchain dalam mendukung pertanian presisi di Desa Air Kubang, Kabupaten Tanggamus. Kegiatan ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan petani akan sistem pemantauan dan pengelolaan lahan yang lebih efisien, modern, dan akurat. Metode yang digunakan meliputi pendekatan partisipatif melalui sosialisasi, pelatihan, serta demonstrasi langsung perangkat IoT dan AGV. Tim pengabdian juga melakukan survei kebutuhan masyarakat, perancangan sistem, serta evaluasi implementasi teknologi di lapangan. Hasil dari kegiatan ini menunjukkan bahwa petani di Desa Air Kubang sangat antusias dan responsif terhadap pemanfaatan teknologi digital, khususnya dalam aspek pemantauan lingkungan lahan dan pengumpulan data otomatis oleh AGV. Sistem yang dibangun mampu memberikan informasi real-time mengenai kelembaban tanah, suhu, dan potensi gangguan

lingkungan, serta memudahkan proses dokumentasi dan pengambilan keputusan berbasis data. Simpulan dari kegiatan ini adalah bahwa integrasi IoT dan AGV berbasis blockchain dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan pertanian, memperkuat ketahanan data petani, dan mendorong transformasi digital di sektor pertanian pedesaan. Ke depan, pengembangan lebih lanjut dapat diarahkan pada adopsi sistem yang lebih luas dan integrasi dengan ekosistem digital pertanian lainnya.

Kata kunci: Internet of things; AGV; blockchain; pertanian presisi; air kubang.

1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu sektor strategis yang mendukung ketahanan pangan dan ekonomi di Indonesia (Morley, Kennedy, Pradesha, & Hadiwidjaja, 2019). Namun, sektor ini menghadapi berbagai tantangan, seperti rendahnya produktivitas akibat minimnya penerapan teknologi, dampak perubahan iklim, serta keterbatasan sumber daya manusia yang terampil (Begna, 2020). Penambahan permintaan makanan baik dari segi kualitas serta kuantitas telah meningkat secara signifikan dan *Internet of Things* (IoT) menjanjikan teknologi yang memecahkan solusi terhadap modernisasi agrikultur (Tzounis et al. 2017). Inovasi teknologi berbasis Internet of Things (IoT) menjadi salah satu solusi potensial untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem pertanian, karena memungkinkan pengumpulan dan analisis data kondisi lahan secara real-time (Shafi et al., 2019). Solusi berbasis IoT sedang dikembangkan untuk secara otomatis memelihara dan memantau pertanian dengan keterlibatan manusia yang minimal (Farooq et al. 2019).

Studi menunjukkan bahwa IoT mampu mengurangi limbah sumber daya hingga 30% melalui sistem irigasi dan pemupukan presisi, terutama di wilayah dengan infrastruktur terbatas (Ayaz et al. 2019). Teknologi canggih seperti sensor, kecerdasan buatan, dan robotika semakin dipromosikan sebagai sarana untuk meningkatkan efisiensi produksi pangan sambil meminimalkan penggunaan sumber daya (Rotz et al. 2019). Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa integrasi teknologi pertanian presisi berbasis sensor dan kendaraan otomatis dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air, pupuk, serta mempermudah pengelolaan lahan secara adaptif (De Ryck, Verstehe, & Debrouwere, 2020; Green et al., 2021). *Internet of Things* (IoT) dan *Unmanned Aerial Vehicles* (UAVs) merupakan dua teknologi yang sedang naik pada dunia pertanian, mampu merubah pertanian tradisional menuju era baru pertanian presisi (Boursianis et al. 2022). Meski demikian, pemanfaatan teknologi tersebut masih sangat terbatas di daerah-daerah non-perkotaan, khususnya di wilayah dengan infrastruktur dan literasi teknologi yang rendah.

AGV yang dikembangkan dalam proyek ini dirancang untuk lingkungan pertanian tidak terstruktur (*unstructured environments*), mengacu pada adaptabilitas yang menjadi kritis dalam implementasi robotika pertanian (Rahmadian and Widyartono 2020). Penggunaan AGV dalam pertanian skala kecil telah terbukti meningkatkan akurasi distribusi input pertanian sekaligus mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual (Bergerman et al. 2016). Implementasi teknologi robotika seperti AGV tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga mengubah hubungan sosial di pedesaan, termasuk redistribusi peran kerja (Rose and Chilvers 2018).

Proyek pengabdian masyarakat ini berupaya menjembatani kesenjangan tersebut dengan menerapkan IoT dan AGV dalam konteks lokal, sekaligus mengeksplorasi dampak

sosialnya. Sebagaimana diidentifikasi dalam literatur, adopsi teknologi pertanian digital tidak hanya membutuhkan solusi teknis, tetapi juga pemahaman tentang identitas petani, sistem pengetahuan, dan dinamika kekuasaan (Klerkx, Jakku, and Labarthe 2019). Pendekatan pelatihan partisipatif yang digunakan dalam proyek ini rekomendasi untuk memastikan teknologi diterima secara kultural oleh komunitas petani (Eastwood et al. 2019).

Desa Air Kubang, yang terletak di Kecamatan Air Naningan, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung, merupakan wilayah dengan potensi pertanian tinggi, terutama komoditas seperti padi, kopi, lada, dan durian. Sayangnya, desa ini belum memanfaatkan teknologi pertanian modern secara optimal. Tantangan seperti biaya operasional yang tinggi, produktivitas lahan yang stagnan, serta minimnya akses terhadap teknologi dan pelatihan menjadi penghambat utama. Program pengabdian ini hadir untuk memperkenalkan inovasi pertanian presisi berbasis IoT dan kendaraan AGV (*Automated Guided Vehicle*) sebagai pendekatan baru dalam peningkatan produktivitas pertanian di desa ini. Kebaruan dari program ini terletak pada integrasi sistem monitoring berbasis sensor statis dengan kendaraan otomatis, serta pendampingan petani melalui pelatihan literasi digital dan teknologi tepat guna. Tujuan dari artikel ini adalah untuk mendeskripsikan pelaksanaan program pengabdian berbasis teknologi pertanian presisi di Desa Air Kubang, serta mengevaluasi dampaknya terhadap peningkatan kapasitas petani dan efisiensi sistem pertanian lokal.

2. METODE

2.1 Tahapan Pelaksanaan

Metode yang digunakan dalam pengabdian ini melibatkan tahapan sistematis untuk mengidentifikasi, merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi pengembangan *Automated Guided Vehicle* (AGV) dan perangkat IoT berbasis blockchain untuk pertanian presisi di Desa Air Kubang. Setiap tahap dirancang untuk memastikan relevansi solusi terhadap kebutuhan masyarakat dan efektivitas pelaksanaannya. Gambar 1 menjelaskan mengenai tahapan dari pengabdian yang dilaksanakan.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Berdasarkan gambar 1, berikut adalah penjabaran metode yang digunakan:

a. Survei dan Identifikasi Masalah

Tahapan awal melibatkan survei lapangan untuk mengidentifikasi potensi, permasalahan, dan kebutuhan masyarakat di Desa Air Kubang. Survei dilakukan melalui observasi langsung, wawancara dengan petani, dan diskusi dengan perangkat desa. Data yang dikumpulkan meliputi informasi tentang kondisi pertanian, tantangan iklim, serta pemahaman petani terhadap teknologi pertanian modern.

b. Kerja Sama dengan Pemerintah Desa

Pelaksanaan program melibatkan kemitraan dengan pemerintah desa. Pemerintah desa membantu dalam penyediaan lokasi dan fasilitas pelaksanaan kegiatan. Kolaborasi ini bertujuan untuk memastikan implementasi yang efektif dan keberlanjutan program.

c. Rancang Sistem AGV dan IoT Berbasis Blockchain

Berdasarkan hasil survei, dirancang sistem yang terdiri dari perangkat IoT statis untuk pemantauan lingkungan pertanian dan kendaraan AGV (*Automated Guided Vehicle*) untuk membantu operasional pertanian. Sistem ini dilengkapi dengan teknologi berbasis *blockchain* untuk mendukung transparansi dan keamanan data yang dihasilkan. Proses perancangan mencakup pembuatan prototipe perangkat, pengujian awal, dan penyesuaian desain agar sesuai dengan kebutuhan lokal.

d. Instalasi Perangkat IoT Statis dan AGV di Lahan Pertanian

Setelah perancangan selesai, perangkat IoT statis dan AGV diinstalasi di lokasi yang telah ditentukan. Instalasi dilakukan dengan melibatkan komunitas setempat untuk memastikan perangkat terpasang dan berfungsi sesuai rencana. Lokasi dipilih berdasarkan hasil diskusi dengan pemerintah desa dan kelompok tani.

e. Pelatihan dan Simulasi Penggunaan Teknologi kepada Kelompok Tani

Pelatihan diberikan kepada petani untuk meningkatkan kapasitas mereka dalam menggunakan teknologi IoT dan AGV. Simulasi dilakukan di lahan pertanian dengan skenario operasional nyata, sehingga petani dapat memahami cara memanfaatkan teknologi tersebut untuk meningkatkan produktivitas.

f. Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dilakukan untuk mengukur efektivitas sistem IoT dan AGV yang telah dikembangkan. Data iklim dan kondisi pertanian dikumpulkan secara berkala melalui perangkat IoT, sementara AGV diuji di lahan pertanian untuk memvalidasi fungsinya. Evaluasi mencakup analisis data hasil panen, efisiensi kerja, dan adopsi teknologi oleh petani.

2.2. Indikator Keberhasilan Program

Indikator keberhasilan program dirancang untuk mengevaluasi pencapaian tujuan pengembangan sistem pertanian presisi di Desa Air Kubang. Indikator ini mencakup:

Tabel 1. Indikator keberhasilan program

No	Indikator	Jenis	Metode	Target
1.	Jumlah petani pengguna Web IoT	Kuantitatif	Data anggota kelompok tani	Terdokumentasi
2.	Peningkatan produktivitas pertanian	Kuantitatif	Persentase peningkatan hasil panen	≥ 20% per musim panen
3.	Kepuasan petani	Kualitatif	Survei kepuasan	≥ 80% responden puas
4.	Partisipasi petani	Kualitatif		≥ 70% petani aktif
5.	Keamanan data berbasis <i>blockchain</i>	Kualitatif	Evaluasi dan FGD	≥ 90% percaya, tanpa kebocoran
6.	Soft skill mahasiswa	Kualitatif	Wawancara dan survei	≥ 80% memahami materi

Tabel 1 menyajikan indikator keberhasilan program yang mencakup aspek kuantitatif dan kualitatif. Setiap indikator diukur menggunakan metode yang relevan dengan target yang telah ditentukan untuk mengevaluasi keberhasilan implementasi program ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Survei dan Identifikasi Masalah*

Kegiatan pengabdian dimulai dengan survei lapangan di Desa Air Kubang, Kecamatan Air Nanning, Kabupaten Tanggamus. Hasil survei menunjukkan bahwa mayoritas petani masih menggunakan metode konvensional dalam bercocok tanam, dengan minimnya pemanfaatan teknologi. Tantangan utama yang dihadapi adalah tidak stabilnya curah hujan, distribusi pupuk yang tidak merata, serta kesulitan dalam mengakses data kondisi lahan secara *real-time*. Dari petani yang diwawancarai, 78% menyatakan belum pernah menggunakan perangkat teknologi digital dalam aktivitas pertanian mereka. Temuan ini memperkuat urgensi pengembangan sistem berbasis teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian, serta sebagai dasar dalam merancang solusi teknologi yang sesuai dengan konteks lokal.

3.2 *Kerja Sama dengan Pemerintah Desa*

Setelah tahap survei dan identifikasi masalah selesai, langkah berikutnya adalah menjalin kerja sama yang erat dengan Pemerintah Desa Air Kubang sebagai mitra strategis dalam pelaksanaan program.



Gambar 2. Pertemuan Kerjasama dengan Pemerintah Desa

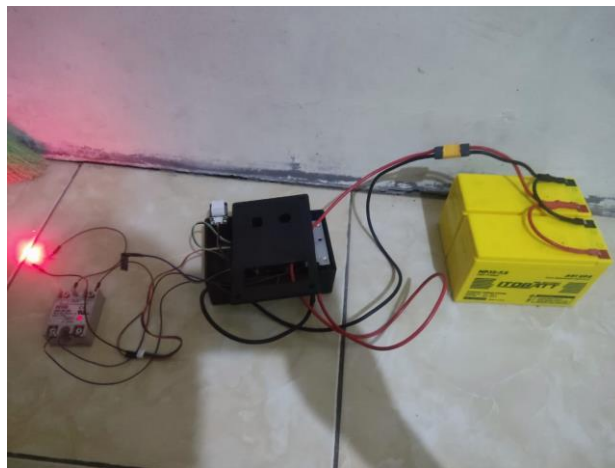
Pemerintah desa berperan aktif dalam memfasilitasi kebutuhan administratif dan logistik. Pemerintah desa menyediakan lokasi uji coba di lahan kelompok tani, mengorganisir partisipasi petani, serta mendukung penyebaran informasi terkait teknologi yang akan diimplementasikan. Keterlibatan pemerintah desa sangat penting untuk menciptakan suasana kondusif dan menjamin dukungan masyarakat setempat terhadap program.

3.3 Perancangan dan Instalasi Sistem IoT dan AGV

Berdasarkan hasil survei, tim merancang prototipe sistem pertanian presisi yang terdiri dari dua komponen utama:

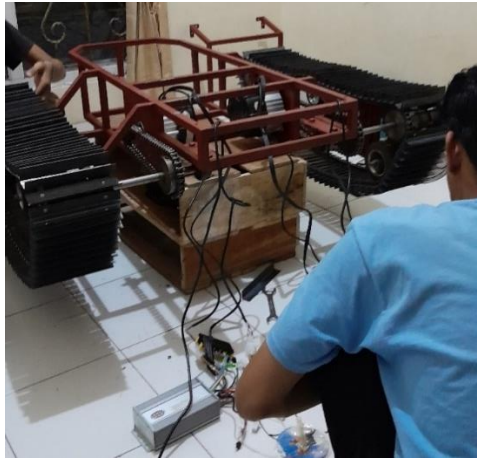
- Perangkat IoT statis**, yang berfungsi memantau parameter lingkungan secara real-time seperti suhu, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya.
- Kendaraan AGV (Automated Guided Vehicle)**, yang dapat bergerak otomatis untuk mendistribusikan pupuk dan menyemprot tanaman secara efisien.

Untuk menjamin integritas dan keamanan data sensor, sistem didesain menggunakan teknologi blockchain, yang mencatat data secara desentralisasi dan terenkripsi. Proses perancangan berlangsung selama 6 minggu dan melibatkan mahasiswa dari latar belakang teknik. Gambar 3 memperlihatkan proses pembuatan perangkat IoT statis di laboratorium. Perangkat ini menggunakan mikrokontroler yang terhubung dengan sensor suhu, kelembapan tanah, dan cahaya, serta modul komunikasi nirkabel untuk pengiriman data ke platform web.



Gambar 3. Prototipe Perangkat IoT Statis

Sementara itu, Gambar 4 menampilkan proses perakitan kendaraan AGV yang akan digunakan di area perkebunan. Kendaraan ini memiliki rangka yang kokoh namun tetap ringan, dirancang agar mampu bergerak stabil di medan tidak rata seperti lahan pertanian. Roda rantai digunakan agar kendaraan dapat melintasi permukaan tanah dengan lebih baik. Beberapa komponen seperti roda penumpu, sistem penggerak, danudukan poros dirakit untuk memastikan kendaraan memiliki daya tahan dan kestabilan saat digunakan di lapangan.



Gambar 4. Perakitan Prototipe Kendaraan AGV

Setelah uji coba awal berhasil, perangkat dipasang di lahan. Instalasi dilakukan dengan melibatkan masyarakat setempat dan pemerintah desa untuk meningkatkan rasa kepemilikan dan keberlanjutan program.

3.4. Pelatihan dan Simulasi Teknologi

Pelatihan dilakukan selama dua hari dan diikuti oleh perwakilan petani dari kelompok tani setempat. Materi pelatihan meliputi:

- a. Cara membaca data dari *dashboard Web IoT*.
- b. Penggunaan AGV dalam aktivitas pertanian.
- c. Pemahaman dasar mengenai *blockchain* dan keamanan data.

Simulasi dilakukan langsung di lahan pertanian. Hasil simulasi menunjukkan bahwa petani mampu memahami dan menggunakan perangkat dengan baik. Dari hasil evaluasi pelatihan, 87% peserta menyatakan puas terhadap materi yang diberikan dan merasa teknologi ini sangat membantu pekerjaan mereka. Gambar 5 menampilkan dokumentasi pelatihan penggunaan AGV dalam pertanian.



Gambar 5. Pelatihan Penggunaan AGV dalam Aktivitas Pertanian

4 Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi dilakukan selama dua bulan setelah instalasi sistem IoT dan AGV di lahan percontohan Desa Air Kubang. Hasil monitoring menunjukkan bahwa perangkat IoT bekerja secara stabil dalam memantau parameter lingkungan utama. Data suhu rata-rata tercatat sebesar 26,5°C, kelembapan tanah sebesar 65%, dan intensitas cahaya

sekitar 12.000 lux. Informasi ini telah dimanfaatkan oleh petani untuk mengatur jadwal penyiraman dan pemupukan, sehingga penggunaan air dan pupuk menjadi lebih efisien. Kendaraan AGV berhasil melakukan 25 kali distribusi pupuk secara otomatis tanpa mengalami kendala signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan andal di medan perkebunan. Berdasarkan wawancara dan observasi, efisiensi kerja petani meningkat sebesar 30% dibandingkan dengan metode manual, melampaui target indikator keberhasilan. Selain itu, hasil panen dari lahan percontohan menunjukkan peningkatan produktivitas sebesar 22% dibandingkan musim sebelumnya. Angka ini melebihi target peningkatan produktivitas $\geq 20\%$, sebagaimana ditetapkan dalam indikator keberhasilan program. Survei kepuasan menunjukkan bahwa 85% petani merasa puas dengan sistem yang diterapkan, dan 73% dari anggota kelompok tani aktif menggunakan atau terlibat dalam pengoperasian sistem. Evaluasi keamanan data yang dilakukan melalui diskusi kelompok terfokus (FGD) menunjukkan bahwa 91% responden merasa yakin bahwa data tersimpan dengan aman tanpa kebocoran, mencerminkan keberhasilan implementasi blockchain.

Sementara itu, dari sisi pembelajaran mahasiswa, hasil wawancara dan survei menunjukkan bahwa 87% mahasiswa peserta memahami prinsip kerja sistem pertanian presisi, serta mengalami peningkatan dalam soft skill seperti kerja tim, komunikasi, dan pemecahan masalah. Dengan hasil-hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa seluruh indikator keberhasilan program telah tercapai bahkan melampaui target yang ditetapkan, baik dari sisi teknis, sosial, maupun edukatif.

4. SIMPULAN

Program pengabdian masyarakat ini berhasil menjawab tujuan utama, yaitu memperkenalkan dan mengimplementasikan teknologi pertanian presisi berbasis *Internet of Things* (IoT) dan *Automated Guided Vehicle* (AGV) dengan dukungan sistem *blockchain* kepada petani di Desa Air Kubang. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem IoT mampu memberikan data lingkungan secara *real-time* yang membantu petani dalam pengambilan keputusan pertanian, sementara AGV mempermudah distribusi pupuk dan penyemprotan tanaman secara efisien. Pelatihan dan simulasi yang diberikan menunjukkan peningkatan pemahaman dan penerimaan teknologi oleh petani, ditunjukkan oleh tingginya tingkat kepuasan dan partisipasi masyarakat. Selain itu, sistem *blockchain* turut mendukung keamanan dan transparansi data yang terekam dari lahan. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan integratif antara teknologi digital dan pemberdayaan masyarakat dapat menjadi solusi nyata dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian di pedesaan. Ke depan, pengembangan dapat diarahkan pada integrasi kecerdasan buatan (AI) untuk analisis prediktif, perluasan area implementasi ke komoditas lain, serta peningkatan keberlanjutan program melalui pembentukan tim lokal berbasis desa yang mampu mengelola sistem secara mandiri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemdikbudristek) atas dukungan pendanaan dan kebijakan yang memungkinkan terlaksananya kegiatan pengabdian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Kaprodi Teknik Elektro, Ketua Jurusan Teknik Elektro, serta seluruh

jajaran di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lampung atas dukungan dan fasilitasi yang diberikan. Penghargaan yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada Pemerintah Desa Air Kubang dan seluruh masyarakat desa yang telah berpartisipasi aktif serta menjadi mitra dalam pelaksanaan program ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Begna, T. (2020). Major Challenging Constraints to Crop Production Farming System and Possible Breeding to Overcome the Constraints. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*, 6(7). <https://doi.org/10.20431/2454-6224.0607005>
- [2] De Ryck, M., Versteyhe, M., & Debrouwere, F. (2020). Automated guided vehicle systems, state-of-the-art control algorithms and techniques. *Journal of Manufacturing Systems*, 54, 152–173. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2019.12.002>
- [3] Green, A. G., Abdulai, A.-R., Duncan, E., Glaros, A., Campbell, M., Newell, R., ... Fraser, E. D. G. (2021). A scoping review of the digital agricultural revolution and ecosystem services: implications for Canadian policy and research agendas. *FACETS*, 6, 1955–1985. <https://doi.org/10.1139/facets-2021-0017>
- [4] Morley, S., Kennedy, A., Pradesha, A., & Hadiwidjaja, G. (2019). *The role of agriculture in the structural transformation of Indonesia* (Vol. 1838). Intl Food Policy Res Inst.
- [5] Shafi, U., Mumtaz, R., García-Nieto, J., Hassan, S. A., Zaidi, S. A. R., & Iqbal, N. (2019). Precision Agriculture Techniques and Practices: From Considerations to Applications. *Sensors*, 19(17), 3796. <https://doi.org/10.3390/s19173796>
- [6] Ayaz, Muhammad, Mohammad Ammad-Uddin, Zubair Sharif, Ali Mansour, and El Hadi M. Aggoune. 2019. "Internet-of-Things (IoT)-Based Smart Agriculture: Toward Making the Fields Talk." *IEEE Access* 7(1):129551–83. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2932609.
- [7] Bergerman, Marcel, John Billingsley, John Reid, and Eldert van Henten. 2016. "Robotics in Agriculture and Forestry." *Springer Handbooks* 1463–92. doi: 10.1007/978-3-319-32552-1_56.
- [8] Boursianis, Achilles D., Maria S. Papadopoulou, Panagiotis Diamantoulakis, Aglaia Liopa-Tsakalidi, Pantelis Barouchas, George Salahas, George Karagiannidis, Shaohua Wan, and Sotirios K. Goudos. 2022. "Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Smart Farming: A Comprehensive Review." *Internet of Things (Netherlands)* 18(xxxx):100187. doi: 10.1016/j.iot.2020.100187.
- [9] Eastwood, C., L. Klerkx, M. Ayre, and B. Dela Rue. 2019. "Managing Socio-Ethical Challenges in the Development of Smart Farming: From a Fragmented to a Comprehensive Approach for Responsible Research and Innovation." *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 32(5–6):741–68. doi: 10.1007/s10806-017-9704-5.
- [10] Farooq, Muhammad Shoaib, Shamyla Riaz, Adnan Abid, Kamran Abid, and Muhammad Azhar Naeem. 2019. "A Survey on the Role of IoT in Agriculture for the Implementation of Smart Farming." *IEEE Access* 7:156237–71. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2949703.
- [11] Klerkx, Laurens, Emma Jakku, and Pierre Labarthe. 2019. "A Review of Social Science on Digital Agriculture, Smart Farming and Agriculture 4.0: New Contributions and a Future Research Agenda." *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 90–91(October):100315. doi: 10.1016/j.njas.2019.100315.
- [12] Rahmadian, Reza, and Mahendra Widyartono. 2020. "Autonomous Robotic in Agriculture: A Review." *Proceeding - 2020 3rd International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering: Strengthening the Framework of Society 5.0*

- through Innovations in Education, Electrical, Engineering and Informatics Engineering, ICVEE 2020*. doi: 10.1109/ICVEE50212.2020.9243253.
- [13] Rose, David Christian, and Jason Chilvers. 2018. "Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming." *Frontiers in Sustainable Food Systems* 2(December):1–7. doi: 10.3389/fsufs.2018.00087.
- [14] Rotz, Sarah, Evan Gravely, Ian Mosby, Emily Duncan, Elizabeth Finnis, Mervyn Horgan, Joseph LeBlanc, Ralph Martin, Hannah Tait Neufeld, Andrew Nixon, Laxmi Pant, Vivian Shalla, and Evan Fraser. 2019. "Automated Pastures and the Digital Divide: How Agricultural Technologies Are Shaping Labour and Rural Communities." *Journal of Rural Studies* 68(January):112–22. doi: 10.1016/j.jrurstud.2019.01.023.
- [15] Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C., 2017. Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, 164, pp. 31-48. <https://doi.org/10.1016/J.BIOSYSTEMSENG.2017.09.007>.