

# Implementasi Arm Robot pada Smart Farming Berbasis Internet of Things

## *Implementation of Arm Robot in Internet of Things-Based Smart Farming*

Waskita Cahya<sup>1</sup>, Muhammad Febriansyah<sup>2</sup>, Filda Angellia<sup>3</sup>, Tri Wahyu Widyaningsih<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup> Information Systems, Kosgoro Institute of Business and Informatics 1957,

<sup>2</sup> Electrical Engineering, National Institute of Science and Technology,

<sup>4</sup> Informatic Engineering, Tanri Abeng University

E-mail: <sup>1</sup>askizia@gmail.com, <sup>2</sup>m.febriansyah.mt@gmail.com, <sup>3</sup>angellia\_filda@yahoo.co.id, <sup>4</sup>tri.widyaningsih@tau.ac.id

### **Abstrak**

Hidroponik merupakan metode penanaman tanpa media tanah yang mampu meningkatkan kuantitas hasil tanam dengan lahan minimal. *Smart farming* menerapkan teknologi dalam pertanian seperti *big data*, *internet of things* dan *cloud computing*. Dalam penelitian ini menerapkan teknologi IoT dengan menggunakan *arm robot* dan robot slider. Beberapa sensor yang digunakan untuk mengukur kualitas tanaman hidroponik antara lain sensor TDS untuk mendeteksi nutrisi, pH, dan DHT 11 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan. Penelitian ini diawali dengan pembibitan, penanaman, pemantauan nutrisi, dan peneaian tanaman hidroponik. Perancangan sistem smart farming ini menggunakan diagram deployment, diagram objek dan diagram flowchart. Sistem *smart farming* ini mampu mendeteksi dan memonitoring tanaman hidroponik dengan menerapkan teknologi IoT, menerapkan *arm robot* untuk melakukan penanaman, penyiraman, dan proses tuai secara otomatis, serta dapat membantu petani urban dalam mengelola pertanian meskipun dalam lahan yang terbatas.

Kata Kunci : *Smart Farming, IoT, Arm Robot, NodeMcu Esp32, Hidroponik*

### **Abstract**

*Hydroponics is a method of planting without soil media that is able to increase the quantity of crop yields with minimal land. Smart farming applies technology in agriculture such as big data, internet of things and cloud computing. In this study, applying IoT technology using an arm robot and a robot slider. Several sensors used to measure the quality of hydroponic plants include the TDS sensor to detect nutrients, pH, and DHT 11 to detect temperature and humidity. This research begins with seeding, planting, monitoring nutrients, and harvesting hydroponic plants. The design of this smart farming system uses deployment diagrams, object diagrams and flowchart diagrams. This smart farming system is capable of detecting and monitoring hydroponic plants by applying IoT technology, applying robotic arms to automatically plant, watering, and harvesting processes, and can help urban farmers in managing agriculture even in limited land.*

*Keywords: Smart Farming, IoT, Arm Robot, NodeMcu Esp32, Hydroponics*

## 1. PENDAHULUAN

Mewujudkan program pemerintah dalam mencapai target swasembada pangan, memerlukan bantuan dari berbagai pihak. Tidak hanya masyarakat petani di pedesaan saja yang memiliki tanggung jawab untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil panen, namun petani di perkotaan hendaknya memiliki kontribusi yang sama meskipun memiliki keterbatasan lahan. Kualitas dan kuantitas hasil produksi pertanian perlu ditingkatkan, salah satunya dengan cara memanfaatkan bidang teknologi.

*Smart farming* merupakan sebuah konsep yang menggunakan teknologi digital guna mendukung para petani dalam mengambil keputusan yang lebih baik. Konsep *Smart farming* menerapkan beberapa teknologi seperti *Big Data*, *Internet of Things (IoT)* dan *Cloud Computing*, serta *Blockchain* [1]. Hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman tanpa media tanah, termasuk didalamnya bercocok tanam menggunakan pot dengan hanya menggunakan air dan bahan porous lainnya seperti kapas, pasir, kerikil, dan lain – lain [2]. Hidroponik menggunakan beberapa teknik seperti *Deep Flow Technique (DFT)*, *Dynamic Root Floating Technique (DRF)*, dan *Nutrient Film Technique (NFT)* [1]. Teknik hidroponik tepat untuk diterapkan pada perkotaan dengan lahan terbatas sehingga pertanian urban tetap dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil panen.

IoT adalah konsep suatu objek dapat mentransfer data melalui jaringan tanpa adanya aksi manusia [3]. IoT dapat terhubung ke beberapa alat untuk mengirim dan menerima data, data tersebut dikumpulkan dari berbagai alat IoT dan disimpan pada cloud computing [1]. *Arm robotic* merupakan robot yang banyak digunakan dalam industri, pemanfaatan lengan robot dengan penjepit (gripper) dapat digunakan untuk mengambil obyek-obyek di sekitar robot. Lengan robot terdiri dari dua bagian yaitu lengan dan penjepit (end-effector).

Hasil penelitian [4] mengatakan bahwa artikel ilmiah pada database scopus mengenai IoT pada sektor pertanian memiliki beberapa kluster, dimana kluster pertama adalah *smart agriculture*, *cloud computing* dan *soil moisture*, kluster ke dua adalah *automation*, *RFID dan agriculture product*, kluster ke tiga mengenai sensor dan *wireless sensor network*, dan terakhir adalah kluster ke empat mengenai *sensor nodes*. Hal tersebut menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut mengenai implementasi IoT pada sektor pertanian. Pada penelitian lain mengatakan bahwa teknologi IoT, *Machine Learning* dan *Big Data* merupakan hal penting dalam mengembangkan *smart farming* [5], hal tersebut memperkuat penelitian-penelitian lainnya akan pentingnya IoT pada sektor pertanian.

Penelitian sebelumnya telah membangun sistem monitoring data pada *smart agriculture system* [3]. Multisensor yang digunakan pada penelitian tersebut adalah thingspeak, sementara yang akan peneliti gunakan adalah blynk iot yang lebih mudah dan sederhana karena mengimplementasikan Virtual PIN. Sistem lain yang dirancang menggunakan konsep *smart gardening* berbasis web mampu memonitoring kandungan nutrisi tanaman hidroponik [6], tidak pada kandungan lainnya seperti kelembaban dan suhu. Prototipe pengairan tanaman secara otomatis telah dirancang dengan sensor YL-69 untuk mendeteksi kelembapan tanah namun belum mengimplementasikan teknologi IoT pada prototipe tersebut [7], seperti aplikasi [8] yang dirancang sehingga mampu mendeteksi kelembapan tanah untuk mengontrol penyiraman tanaman berbasis android.

Penelitian monitoring *smart farming* berbasis mobile telah dikembangkan namun hanya berdasarkan sensor turbidity dan suhu, masih ditemukan kesulitan dalam membedakan air keruh yang disebabkan oleh nutrisi air atau debu [2] sehingga dibutuhkan sensor yang lebih akurat dalam membaca nutrisi dalam tanaman hidroponik. Aplikasi berbasis web dalam memonitoring tanaman hidroponik melalui suhu, humidity, ph, dan nutrisi telah dirancang [9], dan belum dikembangkan kedalam aplikasi mobile sehingga kurang mendukung aktifitas pengguna dalam memonitoring tanaman hidroponiknya, berbeda dengan penelitian [10] yang membangun sistem monitoring *smart farming* menggunakan Arduino dan NodeMcu dengan mendeteksi suhu dan kelembapan, pH, dan nutrisi.

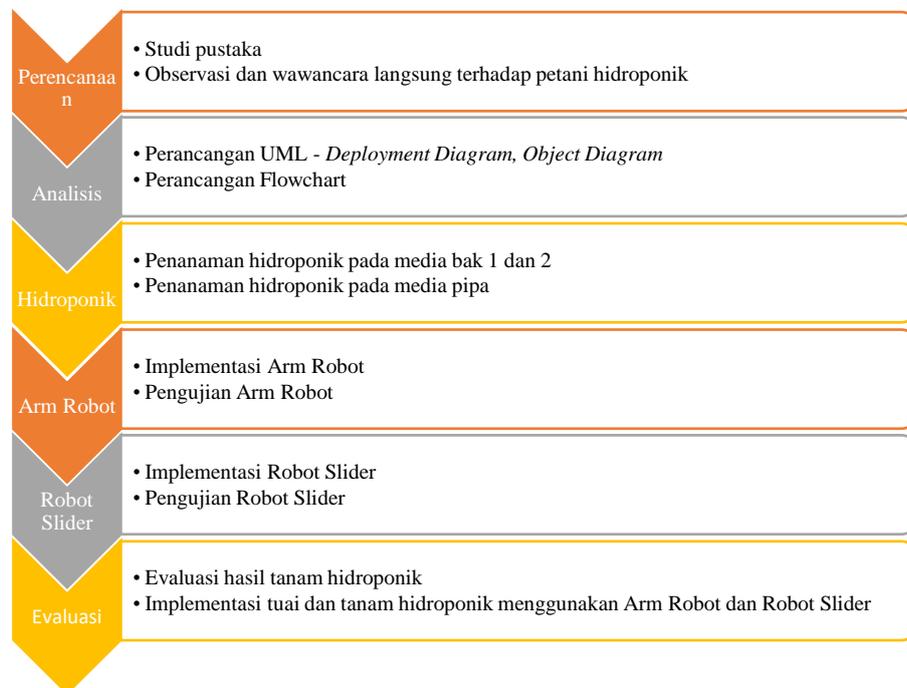
Dari beberapa pemaparan penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa sistem monitoring tanaman hidroponik yang telah dikembangkan belum menciptakan tahap monitoring ujicoba penanaman hingga tuai/panen, serta belum melibatkan alat bantu robot seperti arm robot dan robot slider. Pada penelitian [11] telah merancang aplikasi berbasis web dan robot smart farming namun masih mengalami kendala pada proses penyiraman, sensor yang digunakan antara lain suhu dan kelembapan, pH dan nutrisi.

Oleh karena itu perlu dikembangkan sistem *smart farming* dengan mengimplementasikan *arm robot* menggunakan NodeMcu ESP32 berbasis teknologi IoT [12] untuk mengontrol kondisi tanaman hidroponik secara realtime. Dan membuat data logger setiap kondisi yang terjadi

pada tanaman sebagai bahan referensi untuk evaluasi. Dengan menggunakan perangkat lunak blynk 2.0 maka akan lebih mudah dalam memonitoring data suhu dan kelembapan, pH, dan nutrisi serta sistem akan memiliki dua antar muka yaitu web dan mobile.

## 2. METODE PENELITIAN

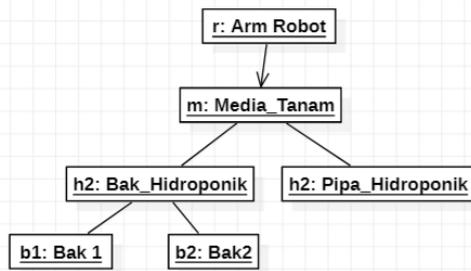
Untuk mengembangkan sistem monitoring berbasis teknologi IoT dengan menggunakan alat bantu arm robot dan robot slider, maka perlu dilakukan beberapa tahapan penelitian yang dilakukan antara lain (1) Perencanaan yaitu observasi dan wawancara dengan penggiat hidroponik serta membaca artikel ilmiah terkait hidroponik dan konsep *smart farming* menggunakan teknologi IoT. (2) Analisis perancangan sistem yang digunakan sebagai panduan dalam mengembangkan sebuah sistem menggunakan UML. (3) Monitoring tanaman hidroponik dengan mendeteksi sensor suhu, kelembapan, ph air, serta NodeMcu sebagai pengendali utama. (4) Implementasi arm robot dan robot slider untuk membantu proses tanam, siram, dan tuai. Detil tahapan penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

### 2.1 Diagram Objek

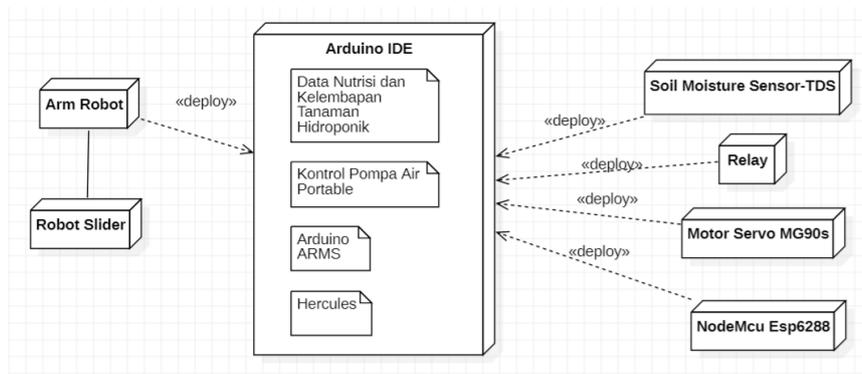
Diagram objek adalah gambaran objek-objek secara ringkas pada sebuah sistem pada suatu waktu. Diagram objek dapat digunakan untuk memodelkan pandangan dari rancangan atau proses yang statis dari suatu sistem melalui *forward engineering* (pembuatan coding program dari sebuah model) maupun *reverse engineering* (pembuatan sebuah model dari coding program [13]. Pada gambar 2 akan menunjukkan diagram objek pada arm robot dan area yang dikontrol.



Gambar 2. Diagram Objek -Arm Robot

### 2.2 Diagram Deployment

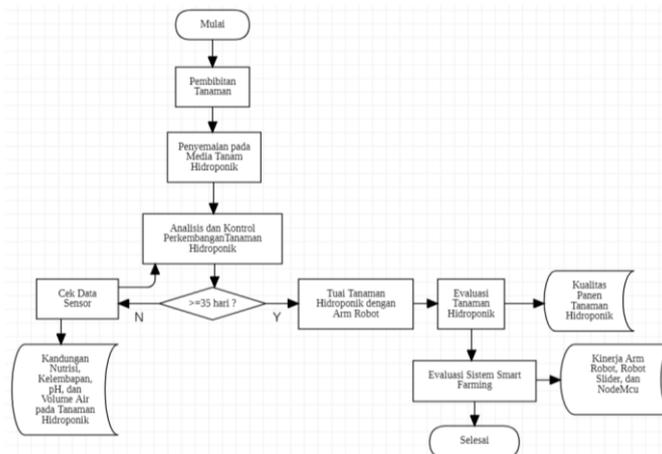
Diagram ini menunjukkan tata letak sebuah sistem secara fisik, menampakan bagian-bagian software yang berjalan pada bagian-bagian hardware [13]. Pada penelitian ini diagram deployment pada sistem *smart farming* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Deployment – Smart Farming

### 2.3 Flowchat

Pada penelitian ini menggunakan perancangan flowchart sistem yang menampilkan alur proses yang berjalan pada sistem smart farming dari proses pembibitan hingga proses tuai tanaman hidroponik menggunakan arm robot, robot slider, dan nodemcu.



Gambar 4. Flowchart Sistem Smart Farming

## 2.4 Peralatan Penelitian

Dalam merancang sistem smart farming ini, digunakan beberapa peralatan tanam hidroponik, sensor TDS, pH, dan DHT11, arm robot, dan robot slider yang telah dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Peralatan yang digunakan

No.	Nama Alat	Keterangan
1	Bak tanam, Benih, Nutrisi, dan busa	Media Tanam Hidroponik
2	Pipa PVC (PolyVinyl Chloride), Rangka alumunium, atap plastic	Media Tanam Hidroponik
3	Sensor TDS	Mengukur kandungan nutrisi pada air hidroponik
4	Sensor pH	Mengukur kandungan pH pada tanaman hidroponik
5	Sensor DHT 11	Mengukur suhu dan kelembaban
6	Arm Robot	Robot yang akan digunakan dalam proses tanam, pengairan, dan penuaian tanaman pada hidroponik
7	Robot Slider	Robot yang akan membantu pergerakan Arm Robot
8	Nutrisi A dan Nutrisi B	Penambah kesuburan pada Tanaman Hidroponik

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dan pembahasan memaparkan hasil analisis dan pengukuran kinerja sistem pada penelitian ini, antara lain (1) analisis pembibitan hingga penuaian tanaman hidroponik, (2) evaluasi kinerja arm robot dan robot slider, serta (3) kontrol nutrisi dan kelembapan tanaman hidroponik.

### 3.1 Analisis Hasil Tanam Hidroponik

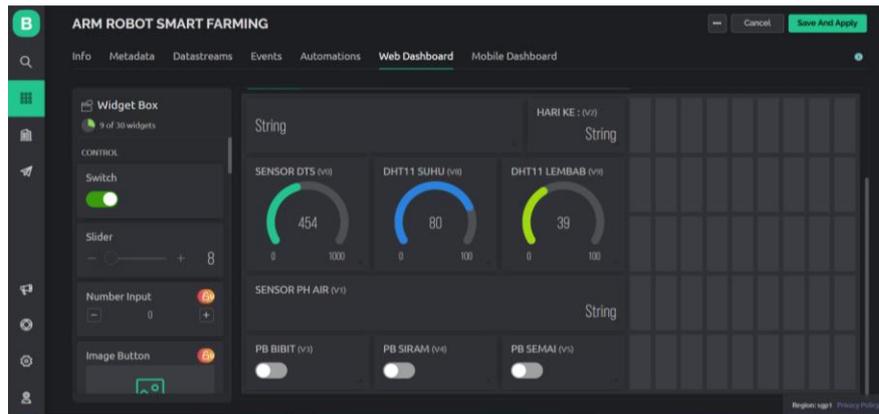
Tabel 2. Analisis Tanaman Hidroponik

Waktu	Keterangan Kegiatan	Hasil Ukur
18 - 23 Juni 2022	Proses Pembibitan	Berhasil
24 Juni 2022	1. Ukur Nutrisi Pada Bak 2. Pemindehan Tanaman Ke Media Tanam Hidroponik (Bak 1 dan 2)	Berhasil
26 Juni - 15 Juli 2022	Mengukur Nutrisi dan Volume Air pada Tanaman Hidroponik Tahap 1	Bak 1 : TDS 345 Bak 2 : TDS 390
		Bak 1: TDS 403 Bak 2 : TDS 380
	Mengukur Nutrisi dan Volume Air pada Tanaman Hidroponik Tahap 2	Bak 1 TDS 405 Bak 2 TDS 408
		Bak 1 : TDS 805 Bak 2 : TDS 804
	Mengukur Nutrisi dan Volume Air pada Tanaman Hidroponik Tahap 3	Bak 1 : TDS 815 Bak 2 : TDS 800
		Bak 1 : TDS 1150 Bak 2 : TDS 1170
Mengukur Nutrisi dan Volume Air pada Tanaman Hidroponik Tahap 4	Bak 2 : TDS 1150 Bak 1 : TDS 1150	
	Mengukur Nutrisi dan Volume Air pada Tanaman Hidroponik Tahap 4	Bak 1 : TDS 1240 Bak 2 : TDS 1210

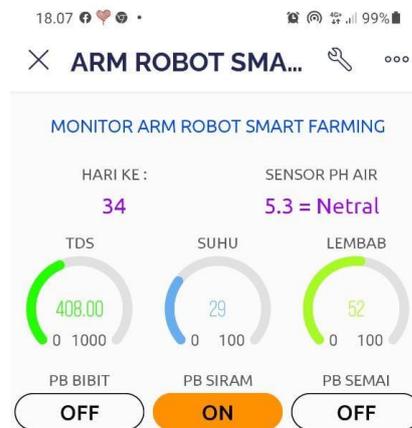
Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa tanaman hidroponik memiliki kandungan nutrisi yang baik di setiap tahapannya, yaitu tahap 1: 345-408 ppm, tahap 2: 805-815 ppm, tahap 3: 1150-1170ppm, dan tahap 4 dengan jumlah antara 1210 sampai dengan 1240 ppm.

### 3.2 Antarmuka Monitoring Tanaman Hidroponik

Untuk memonitoring kondisi tanaman hidroponik digunakan blynk 2.0 yang terhubung dengan beberapa sensor mampu mendeteksi kandungan suhu dan kelembapan, pH, serta nutrisi. Seperti yang terlihat pada gambar 5 dan 6. Pada gambar 5 menunjukkan tampilan monitoring tanaman dengan antar muka web, dan gambar 6 pada tampilan mobile.



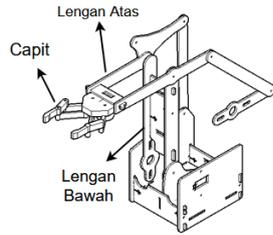
Gambar 5. Antarmuka monitoring pada *web dashboard*



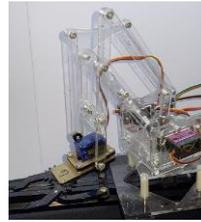
Gambar 6. Antarmuka monitoring pada *mobile dashboard*

### 3.3 Perancangan Arm Robot dan Robot Slider

Pada bagian arm robot membutuhkan 4 motor servo MG90s yang berfungsi untuk menggerakkan ke posisi pembibitan, penyiraman dan penyemaian. Bagian – bagian pada arm robot antara lain lengan atas, capit, dan lengan bawah, terlihat pada gambar 7, dan gambar arm robot ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 7. Bagian – bagian pada *arm robot* [14]



Gambar 8. Arm Robot

Untuk membantu kinerja arm robot lebih optimal, maka diperlukan robot slider yang berfungsi sebagai motor penggerak. Kompilasi antara kedua robot tersebut dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Kompilasi Arm Robot dan Robot Slider

Robot slider membantu arm robot dalam proses tuai, dan telah berhasil diimplementasikan dalam tahap ujicoba secara langsung pada bak hidroponik. Proses tuai dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Proses Tuai menggunakan Arm Robot dan Robot Slider

Waktu	Keterangan Kegiatan	Gambar	Hasil
21 Juli 2022	Proses Tuai pada Bak Hidroponik		Berhasil

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Implementasi Internet of Things (IoT) dibidang pertanian khususnya pada teknik budidaya tanaman tanpa media tanah (hidroponik) dengan memanfaatkan teknologi robot untuk membantu dalam proses pembibitan, pemberian nutrisi dan penuaian pada tanaman, mampu dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil produksi para petani yang tidak memiliki lahan yang luas. Berdasarkan percobaan yang dilakukan menggunakan dua media, yaitu media tanam Bak dan media tanam Pipa PVC dengan tanaman kangkung sebagai tanaman yang akan di budidayakan selama lebih kurang 45 hari, maka dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan teknologi informasi dalam bidang pertanian seperti Internet of Things (IoT) dan robot, mampu meningkatkan hasil daya produksi pangan pada suatu daerah yang memiliki keterbatasan dalam luas tanah. Selain membantu para petani dalam memantau tanaman serta pemberian nutrisi pada tanaman, keluaran dari hasil penelitian ini dapat dikembangkan untuk proses pendistribusian hasil pertanian sehingga pembeli dapat secara langsung mendapatkan harga jual dari petaninya langsung. Sistem *smart farming* yang dikembangkan mampu (1) mendeteksi dan memonitoring tanaman hidroponik dengan menerapkan teknologi IoT, (2) Menerapkan *arm robot* untuk melakukan penanaman, penyiraman ,dan proses tuai secara otomatis, (3) Sistem *smart farming* ini diimplementasikan untuk membantu petani urban dalam mengelola pertanian meskipun dalam lahan yang terbatas.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jendral Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini melalui proses penyelenggaraan Hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun 2022. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua Perguruan Tinggi yaitu Institut Bisnis dan Informatika Kosgoro 1957 dan Institut Sains dan Teknologi Nasional yang telah memberikan dukungan baik tempat penelitian dan dukungan lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Kumar, T. M. Divya, L. Y. B, B. S. K. Jayasudha, and P. N. Sudha, "Precision agriculture: a review on its techniques and technologies," *Int. Res. J. Mod. Eng. Technol. Sci.*, vol. 02, no. 09, pp. 1326–1332, 2020.
- [2] M. Makruf, A. Sholehah, and M. Walid, "Implementasi Wireless Sensor Network (Wsn) Untuk Monitoring Smart Farming Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 Mini," *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 2, no. 2, pp. 95–102, 2019, doi: 10.33387/jiko.v2i2.1360.
- [3] G. Devira Ramady, R. Hidayat, A. Ghea Mahardika, R. Rahman Hakim, and S. Tinggi Teknologi Mandala, "Sistem Monitoring Data pada Smart Agriculture System Menggunakan Wireless Multisensor Berbasis IoT," *Pros. Semin. Nas. Teknoka*, vol. 4, pp. E51–E58, 2019, doi: 10.22236/teknoka.v.
- [4] B. Harsanto, "Inovasi Internet of Things Pada Sektor Pertanian: Pendekatan Analisis Scientometrics," *Inform. Pertan.*, vol. 29, no. 2, p. 111, 2020, doi: 10.21082/ip.v29n2.2020.p111-122.
- [5] W. Budiharto, "Inovasi Digital di Industri Smart Farming: Konsep dan Implementasi," *Pros. Semin. Nas. Lahan Suboptimal*, no. 1, pp. 31–37, 2019.
- [6] P. S. Hanifah, "RANCANG BANGUN SMART GARDENING TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN TELEGRAM BERBASIS IoT," 2021, [Online]. Available: <http://eprints.poltektegal.ac.id/465/>.
- [7] H. M. Jumasa and W. T. Saputro, "Prototipe Penyiram Tanaman Dan Pengukur Kelembaban Tanah Berbasis Arduino Uno," *J. INTEK*, vol. 2, no. 2, pp. 47–54, 2019.
- [8] R. D. Mardian, S. Agoes, E. V. J. Paays, and A. R. P. Falaki, "Kinerja Aplikasi Android Untuk Pemantauan Dan Pengendalian Urban Farming Pada Jaringan 4G," *EJournal Kaji. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 105–114, 2020.
- [9] A. Franz, E. Junirianto, and Suswanto, "Web Design and Application Programming Interface (API) Smart Farming Application," *JurnalTepian*, vol. 2, no. 1, pp. 33–37, 2021, [Online]. Available: doi.org/10.51967/tepian.v2i1.267.
- [10] S. Karim, I. M. Khamidah, and Yulianto, "Sistem Monitoring Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Arduino UNO dan NodeMCU," *Bul. Poltanesa*, vol. 22, no. 1, pp. 75–79, 2021, doi: 10.51967/tanesa.v22i1.331.
- [11] M. Rama Ardiansyah and M. Diono, "Rancang Bangun Robot Smart Farming Berbasis Computer Numerical Control (Penggerak X, Y, Z)," *9th Appl. Bus. Eng. Conf.*, pp. 881–893, 2021.
- [12] T. T. Saputro, "Mengenal NodeMCU: Pertemuan Pertama Seri Tutorial NodeMCU, Bagian Pertama," 2022. <https://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/> (accessed Feb. 01, 2022).
- [13] Munawar, *Pemodelan Visual dengan UML*. Graha Ilmu, 2005.
- [14] S. Ardhi, A. Syahiidutama, J. P. Sugiono, and H. Sutiksno, "Implementasi Kinematika Robot Lengan Pemindah Barang Dua Sendi (2 DOF) dengan Metode Kinematika Maju Untuk Menentukan Koordinat dalam Pemindahan Sebuah Object," *J. Inf. Syst. Hosp. Technol.*, vol. 2, no. 01, pp. 35–42, 2020, doi: 10.37823/insight.v2i01.75.