

Implementasi Sistem Monitoring Greenhouse berbasis Internet of Things di Lembang Agri

Liman Hartawan¹, Galih Ashari Rakhma², Noviyanti Nugrah³, Nuha Desi Anggraeni⁴,
Keindra Bagas Maulana⁵, Muhammad Rangga Ridjali⁶, Muhammad Iqbal⁷, Muhammad
Kevin Mahardhika⁸, Bramantio Syahrul Alam⁹, Junior Al Fani¹⁰, Luthfy Fahlevi
Amarullah¹¹, Muhammad Ilyas Al- Fadhlih¹², Muhammad Ravli Sbastio¹³, Adrico
Alexander Purba¹⁴

^{1,3,4,7,8,13}Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung, Indonesia
^{2,5,6,9,10,11,12,14}Program Studi Informatika, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung,
Indonesia

⁴Doctoral School of Mechanical Engineering, Hungarian University of Agriculture and Life
Sciences, Gödöllő, Hungary

liman@itenas.ac.id¹, galihas@itenas.ac.id², novianti@itenas.ac.id³, nuha@itenas.ac.id⁴

ABSTRAK

Gapoktan Lembang Agri sebagai mitra dalam PKM (Pengabdian Kepada Masyarakat) ini adalah Pusat Pelatihan Pertanian Pedesaan Swadaya (P4S) bagi petani dan pemuda tani yang ingin maju dalam usaha tani melalui penggunaan teknologi. Kondisi mitra saat ini sedang mengembangkan greenhouse berbasis teknologi yang merupakan rujukan bagi kabupaten Bandung Barat. Fluktuasi temperatur dan kelembapan di dalam greenhouse dapat mempengaruhi hasil tanam, sehingga dapat dikaji sebagai bahan evaluasi. PKM ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan temperatur dan kelembapan udara pada greenhouse. Sistem ini bertujuan untuk membuat beberapa perangkat yang saling terhubung yang dapat mengukur temperatur dan kelembapan secara nirkabel. Perangkat ini kemudian akan mengirimkan data yang telah dikumpulkan ke internet. Setiap perangkat memiliki sumber daya terpisah yang berasal dari baterai dan dapat dihubungkan ke sistem panel surya. Metode pelaksanaan PKM ini dimulai dengan survey kondisi greenhouse, lalu merancang dan membuat alat pemantauan temperatur dan kelembapan udara menggunakan mikrokontroler WEMOS D1 Mini, serta memanfaatkan protokol ESP-NOW untuk transmisi dan penerimaan data nirkabel. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah DHT21 yang dikenal memiliki performa lebih unggul dibandingkan sensor DHT11 atau DHT22. Hasil yang diperoleh dari PKM ini adalah pemantauan temperatur dan kelembapan udara untuk ditempatkan di Smart Greenhouse Lembang Agri, melalui tampilan situs web menggunakan PHP untuk menerima, memvalidasi, dan menyimpan data di Firebase Real-time Database. Situs Web ini dilengkapi tombol navigasi yang memungkinkan pengguna mengakses dan menampilkan data spesifik serta informasi historis untuk setiap perangkat.

Kata kunci: ESP8266, wireless, energi terbarukan, website, aplikasi

1. PENDAHULUAN

Pada kegiatan PKM yang diajukan ini, telah dilakukan analisis situasi dan permasalahan mitra sejak bulan Oktober 2023. Dengan adanya MoU antara Itenas dengan Gapoktan Lembang Agri (Nomor: 007/M.I.02.02/Rektorat/Itenas/III/2021), serta PKM sebelumnya [6] yang mendukung PKM lanjutan ini maka diperlukan kontinuitas atas kerjasama ini agar IA (*Implementation Arrangement*) Itenas dengan pihak Gapoktan Lembang Agri meningkat. Atas hasil survey dan diskusi diperoleh peluang kerjasama berupa teknologi tepat guna yang sesuai dengan bidang keahlian yang dimiliki di Itenas.

Kondisi mitra saat ini sedang mengembangkan greenhouse berbasis teknologi yang merupakan rujukan bagi kabupaten Bandung Barat. Gapoktan Lembang Agri sebagai wadah yang membantu memasarkan dan meningkatkan teknologi para petani di desa tersebut sangat membantu penyaluran dan peningkatan produksi hasil tani. Gapoktan Lembang Agri menjadi Pusat Pelatihan Pertanian Pedesaan Swadaya (P4S) bagi petani dan pemuda tani yang ingin maju dalam usaha tani[1]. Seiring dengan meningkatnya teknologi, maka Gapoktan Lembang Agri mulai menerapkan Smart Farming dilahan pertaniannya [2].

Pada PKM ini diharapkan dapat menghasilkan produk barang berupa alat berbasis IoT yang merupakan teknologi tepat guna berupa prototype yang dapat diterapkan/diaplikasikan dilahan pertanian pihak mitra. Alat yang dihasilkan akan membantu pihak mitra dalam menunjukkan teknologi yang dapat digunakan bagi para petani, yang dapat menunjang peningkatan produktivitas hasil pertanian [3][5]. Selain daripada itu, juga meningkatkan pengetahuan bagi masyarakat petani (*up-dating* ipteks di masyarakat), sehingga masyarakat petani lebih siap dalam menerima teknologi *smart farming* [7][8][9][10][11].

Atas permasalahan yang telah dibahas sebelumnya, maka solusi yang diajukan adalah pembuatan sistem monitoring temperatur dan kelembaban udara greenhouse yang kompak dan dapat disimpan di beberapa titik, serta terintegrasi ke website melalui internet. Sehingga dapat dipantau oleh petani. Selain daripada itu, melalui kegiatan pengabdian pada masyarakat ini, terdapat beberapa solusi yang ditawarkan antara lain:

- a) Pengembangan Infrastruktur Digital: Membangun infrastruktur digital yang memadai, seperti jaringan internet dan sistem komunikasi, untuk memastikan akses yang lebih luas terhadap teknologi modern di wilayah pertanian.
- b) Dukungan Penelitian dan Pengembangan: Mendukung penelitian dan pengembangan teknologi IoT yang lebih terjangkau dan mudah diakses untuk petani agar bisa meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian.

2. METODOLOGI

Tahapan dimulai dengan survey lokasi dan diskusi mengenai sistem monitoring yang akan dikembangkan. Atas hasil diskusi dengan mempertimbangkan anggaran dan waktu, maka ditetapkan monitoring temperatur dan kelembaban udara yang kompak berbasis IoT yang akan dikembangkan. Hasil pembacaan dikirim ke Firebase Realtime Database untuk kemudian diolah dan ditampilkan di website yang dibangun sesuai keinginan pengguna.

Kemudian dilakukan pemilihan dan pengadaan komponen-komponen sesuai objektif yang diperlukan dan mempertimbangkan efisiensi biaya. Setelah menentukan komponen-komponen, maka kebutuhan port dan daya baru dapat dihitung untuk memilih mikrokontrol yang tepat [12]

Pemilihan dan pengadaan mikrokontrol dilakukan setelah mengetahui jumlah port dan daya yang diperlukan. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian tiap komponen.

Pengujian komponen dilakukan setelah merakit tiap komponen ke mikrokontrol. Pengujian dilakukan per komponen agar diketahui fungsionalitas tiap komponen.

Jika semua komponen berfungsi dengan baik, maka dilanjutkan dengan menggabungkan seluruh komponen.

Pengujian alat monitoring temperatur dan kelembaban dilakukan setelah uji fungsi. Pengujian tahap akhir ini melibatkan Website yang telah dibangun. Sehingga dari hasil uji ini dapat menunjukkan fungsionalitas alat berbasis IoT.

Alat monitoring ini dibuat beberapa untuk menangani area greenhouse tertentu, dari anggaran yang tersedia.

3. PELAKSANAAN

3.1. Perencanaan (Planning)

Sejak bulan Oktober 2023 telah dilakukan diskusi permasalahan mitra (Gambar 1). Dari hasil perencanaan diputuskan untuk membangun sistem monitoring temperatur dan kelembaban udara yang dapat dipasang pada greenhouse. Hal ini diantaranya didasari oleh waktu pelaksanaan PKM serta anggaran yang diperoleh.



Gambar 1 Dokumentasi survey dan diskusi dengan mitra

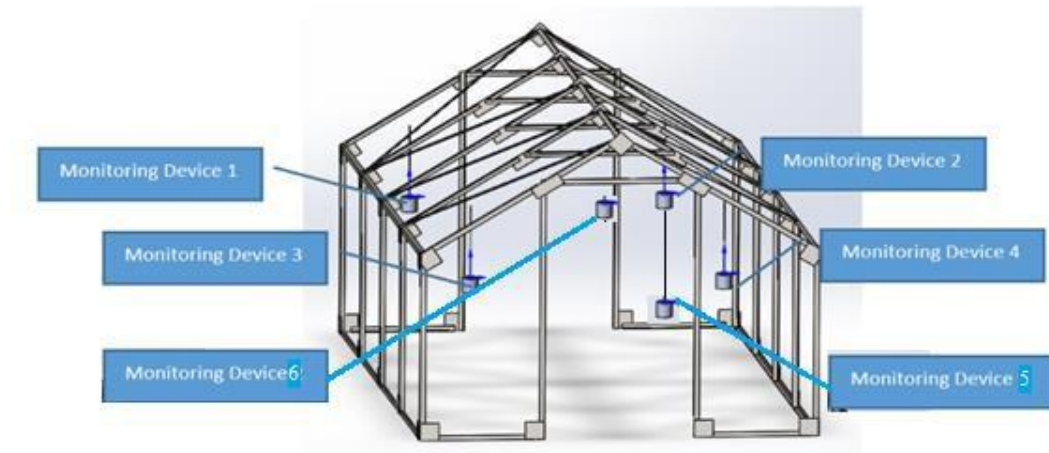
3.2. Analisis Kebutuhan (Requirement Analysis)

Pada 2 Agustus 2024 Tim melaksanakan survey lapangan untuk merumuskan masalah serta membatasi ruang lingkup kegiatan (Gambar 2). Dari hasil analisis kebutuhan diperoleh bahwa

luasan greenhouse yang akan dikaji adalah 16 x 35 x 6 m, alat yang akan dibangun diperlukan sebanyak 6 buah dan memerlukan sumber energi mandiri yang dapat memanfaatkan solar panel [15], serta hasil monitoring ditampilkan dalam bentuk web serta aplikasi berbasis Android yang dapat menyimpan *history*.



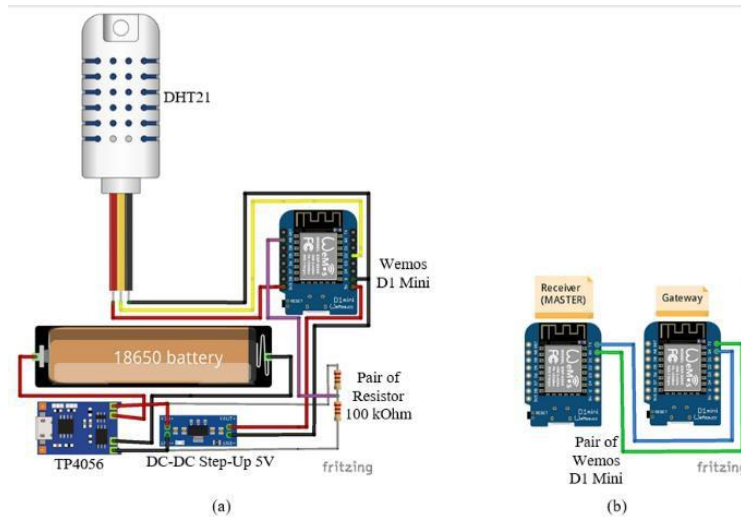
Gambar 2 Lembang Agri Smart Greenhouse



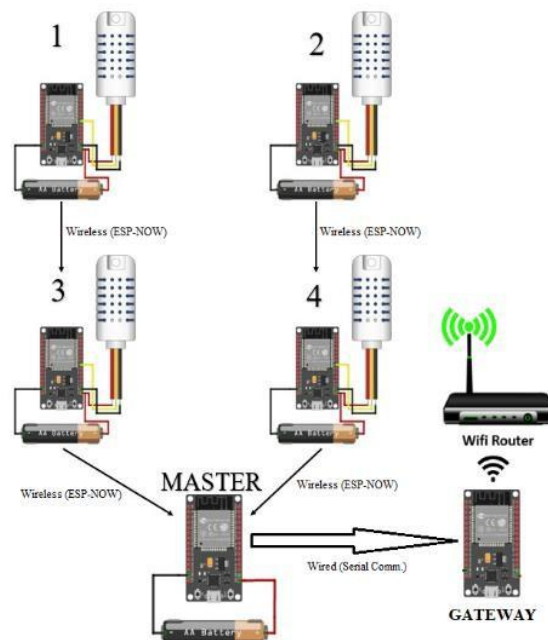
Gambar 3 Rencana pemasangan alat-alat monitoring di Lembang Agri Smart Greenhouse

3.3. Rancang bangun hardware

Alat pemantauan temperatur dan kelembaban udara menggunakan mikrokontroller WEMOS D1 Mini [4], serta memanfaatkan protokol ESP-NOW [13] (Gambar 5) untuk transmisi dan penerimaan data nirkabel. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah DHT21 yang dikenal memiliki performa lebih unggul dibandingkan sensor DHT11 atau DHT22 [14] (Gambar 4).

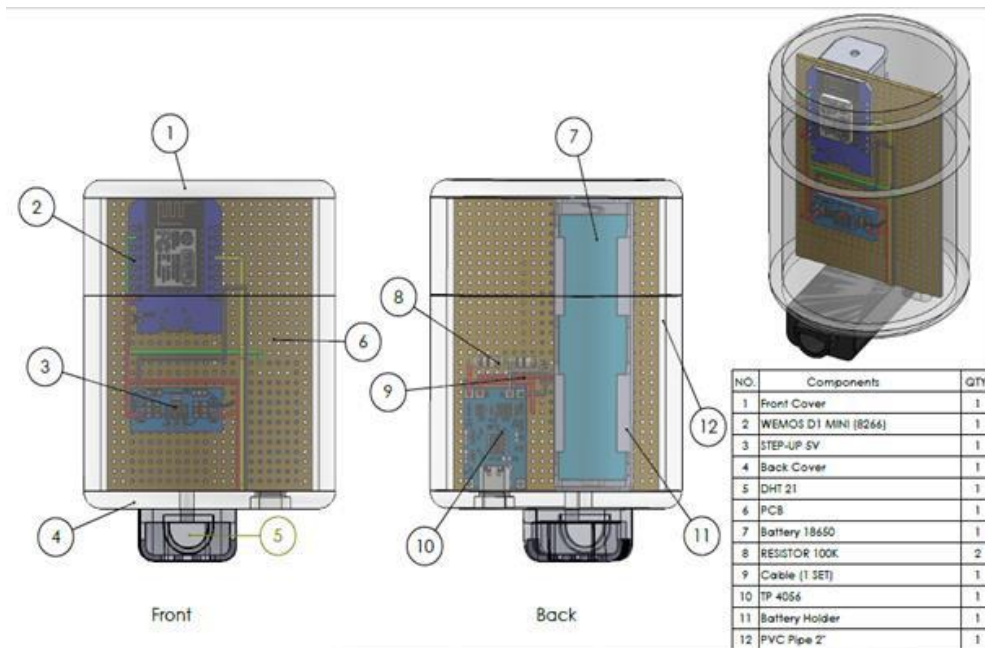


Gambar 4 Wiring diagram monitoring device (transmitter) (a) dan receiver (Master) (b).



Gambar 5 Penggunaan protokol ESP-NOW untuk pengiriman data secara wireless

Desain wadah dan penempatan komponen-komponen seperti terlihat pada Gambar 6. Hasil desain kemudian dibuat, seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 6 Desain wadah dan penempatan komponen-komponen



Gambar 7 Pembuatan alat dan wadah

3.4. Rancang bangun software

Situs web yang dibangun menggunakan PHP untuk menerima, memvalidasi, dan menyimpan data di Firebase Real-time Database. Dalam membangun website, menerapkan hal-hal berikut:

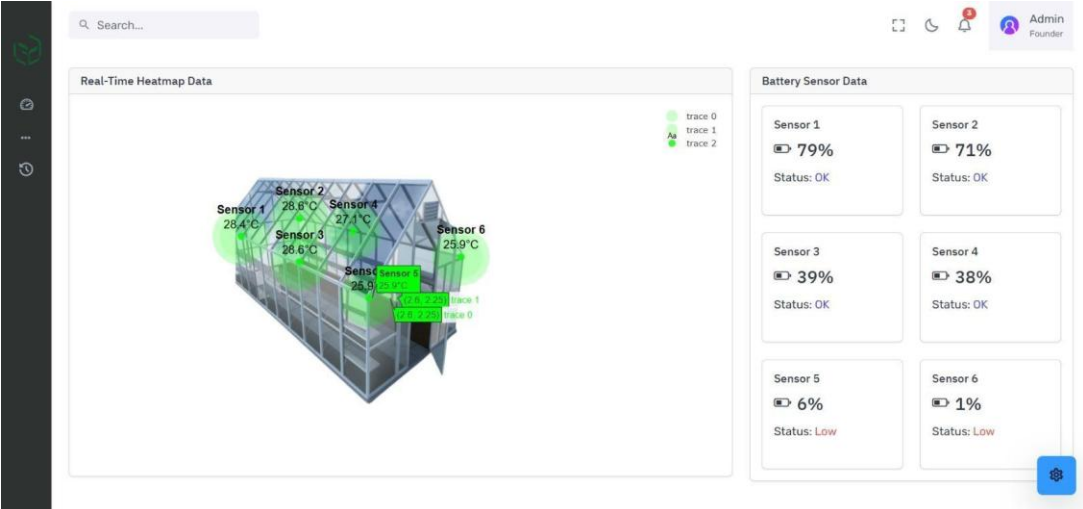
- ✓ Bahasa Pemrograman : HTML, CSS, JavaScript, PHP
- ✓ Framework : Laravel, Tailwind CSS, Bootstrap
- ✓ Frontend : Blade Engine (Laravel)
- ✓ Backend : Laravel
- ✓ Database : Firebase, MySQL
- ✓ Visualisasi Data : Chart.js, Plotly
- ✓ Authentication : Laravel Auth
- ✓ Session Management : Laravel Session
- ✓ Real-Time Updates : Firebase Realtime Database
- ✓ Firebase PHP SDK : kreait/firebase-php
- ✓ Maatwebsite Excel : maatwebsite/excel

Sedangkan untuk membangun aplikasi berbasis Android, menerapkan hal-hal berikut:

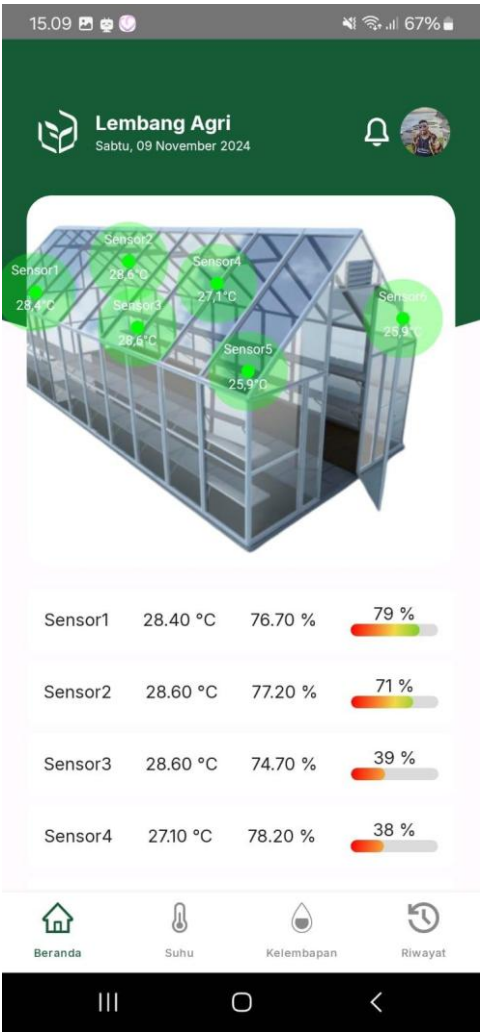
- ✓ Bahasa Pemrograman : Kotlin

Database : SQL, Firebase Realtime Database

Hasil website ditunjukkan pada Gambar 8, dan hasil aplikasi berbasis Android ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 8 Tampilan Dashboard website



Gambar 9 Tampilan aplikasi berbasis Android

3.5. Pengujian (Testing)

Sebelum diterapkan di greenhouse, Tim melakukan pengujian terlebih dahulu terhadap kinerja alat. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa alat dapat berfungsi dan menampilkan data-data pengukuran temperatur dan kelembaban udara pada website dan aplikasi berbasis Android yang telah dibangun.

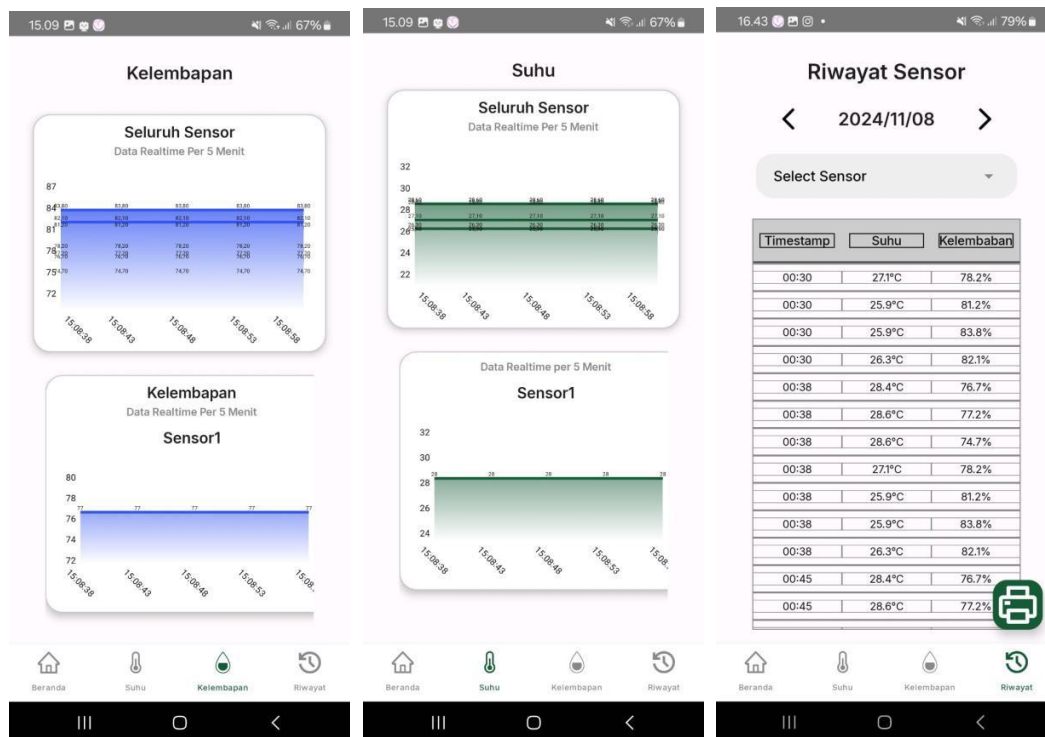


Gambar 10 Pengujian fungsionalitas alat-alat pada beberapa lokasi

Hasil pembacaan sensor dapat dilihat pada Gambar 11, data *history* dapat diambil dalam format csv yang dapat diolah menggunakan MS-Excel.



Gambar 11 Hasil pengujian yang ditampilkan pada website



Gambar 12 Hasil pengujian yang ditampilkan pada aplikasi

4. KESIMPULAN

Dari hasil rancang bangun hardware dan software Sistem Monitoring Greenhouse yang akan diterapkan di Smart Greenhouse Lembang Agri, telah mencapai uji fungsi. Hasil uji fungsi telah memperlihatkan keberhasilan pembacaan temperatur dan kelembaban udara atas hardware yang dibuat ke software yang dibangun, berupa website maupun aplikasi berbasis Android.

Tindak lanjut dari uji fungsi ini adalah pengujian kehandalan sistem yang sedang dilakukan hingga akhir November 2024. Setelah pengujian kehandalan diperoleh, maka diputuskan untuk penerapan di Smart Greenhouse Lembang Agri untuk pengujian lapangan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LPPM-Itenas atas hibah PkM yang telah didanai dengan nomor kontrak: 294/B.005/LPPM/Itenas/VII/2024 serta Gapoktan Lembang Agri sebagai mitra PkM penyedia lokasi penerapan dan pengujian alat yang dibuat dari hasil hibah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kastara.id, "Gapoktan Lembang Agri Sukses Ekspor Sayuran ke Singapura," 2022. <https://kastara.id/13/10/2017/gapoktan-lembang-agri-sukses-ekspor-sayuran-ke-singapura/> (accessed May 15, 2022).
- [2] P. P. Pertanian, "Pengelolaan Smart Green House," 2022. <https://elearningpuslatan.com/course/index.php?categoryid=6> (accessed May 15, 2022).
- [3] S. Wolfert, D. Goense, and C. A. G. Sorensen, "A future internet collaboration platform for safe and healthy food from farm to fork," *Annu. SRII Glob. Conf. SRII*, pp. 266–273, 2014, doi: 10.1109/SRII.2014.47.

- [4] A. Imran and M. Rasul, "Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32," *J. Media Elektr.*, vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>.
- [5] Rachmawati, Rika R. (2020) "Smart Farming 4.0 untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, dan Modern." *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, vol. 38, no. 2, pp. 137-154.
- [6] Hartawan, L., Shantika, T., Anggraeni, N. D., Sirodz, M. P. N., Nugraha, F. C., Faturrohman, R. D. ... & Dodih, D. (2023). Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino IoT Cloud di Lahan Pertanian. *REKA KARYA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 93-100.
- [7] J.K. Gruber, J.L. Guzmán, F. Rodríguez, C. Bordons, M. Berenguel, J.A. Sánchez, (2011). Nonlinear MPC based on a Volterra series model for greenhouse temperature control using natural ventilation. *Control Engineering Practice*, Volume 19, Issue 4, Pages 354-366, ISSN 0967-0661.
- [8] Salazar-Moreno, R., López-Cruz, I. L., & Sánchez Cruz, A.C. (2019). Dynamic energy balance model in a greenhouse with tomato cultivation: simulation, calibration and evaluation. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 25(1), 45-60. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2018.07.014>
- [9] Weaver G. M., Iersel M. W. van, Velni J. M., (2019). A photochemistry-based method for optimising greenhouse supplemental light intensity. *Biosystems Engineering*, Vol 182, Pages 123-137, ISSN 1537-5110
- [10] Pawlowski A., Guzmán J. L., Rodríguez F., Berenguel M., Normey-Rico J. E., (2011). Predictive Control with Disturbance Forecasting for Greenhouse Diurnal Temperature Control. *IFAC Proceedings Volumes*, Volume 44, Issue 1, Pages 1779-1784, ISSN 1474-6670, ISBN 9783902661937
- [11] Zhang, H., Xue, H. (2011). Design of Greenhouse Environmental Parameters Prediction System. In: Li, D., Liu, Y., Chen, Y. (Eds) *Computer and Computing Technologies in Agriculture IV*. CCTA 2010. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol 344. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [12] B. T. R. Kuphaldt, *Lessons in Industrial Instrumentation Introduction to Industrial Instrumentation*, vol. 15. 2011.
- [13] Wicaksono, M., & Rahmatya, M. (2022). "IoT for Residential Monitoring Using ESP8266 and ESP-NOW Protocol." *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer Dan Informatika*, Volume 8, Issue 1, pp. 93-106.
- [14] Utama, K. A. Y., Widiyanto, Y., Sardjono, A. T., & Kusuma, H. (2019). Perbandingan Kualitas Antar Sensor Kelembaban Udara Dengan Menggunakan Arduino Uno. *Prosiding SNST Ke-10*, 60–65.
- [15] Anggraeni, N. D., Hartawan, L., Shantika, T., Rusirawan, D., Seres, I., & Farkas, I. (2022). "Photovoltaic Utilisation as Energy Source for Automatic Sprinklers in Agriculture." In *28th Workshop on Energy and Environment* (pp. 21-22)