

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan pada sistem hidroponik cerdas "Bitleaf", maka dapat ditarik kesimpulan pokok yang menjawab tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Melalui seluruh rangkaian perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dieksekusi pada sistem hidroponik cerdas "Bitleaf", diperoleh beberapa kesimpulan pokok yang secara langsung menjawab seluruh tujuan penelitian sebagai berikut:
2. Purwarupa sistem pemantauan hidroponik telah berhasil direalisasikan menjadi satu kesatuan platform Sistem Cerdas terintegrasi. Sistem ini sukses menggabungkan komponen perangkat keras IoT untuk akuisisi data lingkungan secara *real-time*, sistem cerdas klasifikasi citra berbasis *smartphone* untuk ekstraksi kondisi fisik tanaman, serta aplikasi terpadu berbalut elemen gamifikasi di bawah kerangka kerja *Human-in-the-Loop* (HITL).
3. Hasil evaluasi kinerja teknis menunjukkan tingkat keandalan instrumentasi dan algoritma yang sangat mumpuni. Implementasi metode regresi linear sederhana terbukti secara ilmiah mampu menekan angka galat perangkat IoT dengan hasil capaian *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) akhir yang sangat rendah, meliputi: sensor suhu air (0,63%), suhu udara (1,02%), kelembapan udara (1,32%), pH (2,03%), serta sensor TDS yang berhasil

ditekan dari tingkat kesalahan awal 49,21% menjadi 7,80%. Selain itu, pengujian ketangguhan algoritma sistem cerdas melalui matriks *Confusion Matrix* 2x2 menghasilkan tingkat Akurasi Global (*Accuracy Rate*) sebesar 86% dalam mengklasifikasikan label kesehatan vegetatif daun secara objektif pada kondisi lingkungan yang dinamis (*unconstrained environment*).

4. Pengukuran tingkat penerimaan dan kebergunaan (*usability*) terhadap aplikasi berekstensi Android ini menghasilkan skor rata-rata *System Usability Scale* (SUS) sebesar 87,0 dari seluruh responden pemula. Berdasarkan metrik interpretasi SUS standar, perolehan skor tersebut secara kuantitatif menempatkan aplikasi Bitleaf pada kategori tingkat penerimaan "*Acceptable*", skala huruf (*Grade Scale*) "**A**", dan predikat penilaian adjektif "*Excellent*". Hasil ini membuktikan bahwa arsitektur antarmuka aplikasi sangat mudah dipahami, interaktif, dan layak digunakan oleh masyarakat awam yang bertindak sebagai aktuator fisik.
5. Implementasi elemen afordans motivasional (gamifikasi) berupa Koin, *Experience Points* (EXP), penugasan Misi Harian, dan sistem level progresif teruji memberikan dampak positif yang signifikan. Integrasi psikologis ini berhasil mengubah aktivitas pemeliharaan hidroponik konvensional yang cenderung repetitif menjadi sebuah pengalaman edukasi yang interaktif. Dampak tersebut dibuktikan oleh konsistensi keterlibatan pengguna dalam merespons instruksi klinis dari Mesin Aturan Fusi Data Multimodal (*Multimodal Data Fusion Rule Engine*), sehingga mampu

meningkatkan motivasi intrinsik sekaligus menekan kurva pembelajaran bagi petani pemula.

5.2 Saran

Demi pengembangan dan penyempurnaan sistem hidroponik cerdas Bitleaf di masa mendatang agar mencapai performa, skalabilitas, dan utilitas agrikultur yang lebih optimal, terdapat beberapa saran teoretis dan praktis yang direkomendasikan:

1. Model kalibrasi berbasis regresi linear sederhana dalam penelitian ini memiliki keterbatasan pemodelan akibat sempitnya rentang distribusi data sampel (*narrow data range constraints*) yang diambil selama fase pertumbuhan vegetatif kangkung. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengambilan sampel data kalibrasi pada spektrum kondisi lingkungan yang lebih ekstrem (rentang pH dan TDS yang jauh lebih luas) guna meningkatkan kemampuan ekstrapolasi matematis dan ketangguhan prediksi linier dari sensor.
2. Sistem saat ini masih mengandalkan interaksi manual manusia sebagai aktuator lapangan (*Human-in-the-Loop*), pengembangan berikutnya dapat meningkatkan arsitektur tingkat rendah ini menjadi sistem kendali otonom otomatis penuh dengan mengintegrasikan komponen katup solenoid dan pompa dosis otomatis (*dosing pump*) untuk mengoreksi nilai pH serta TDS secara mandiri berdasarkan pembacaan sensor.
3. Algoritma sistem cerdas klasifikasi citra saat ini hanya mendeteksi degradasi warna daun secara umum (klorosis). Skala penelitian berikutnya dapat ditingkatkan dengan melatih model pengenalan pola berbasis

kecerdasan buatan (*Deep Learning*) seperti CNN atau YOLO agar sistem mampu mengidentifikasi jenis penyakit patogen spesifik, serangan hama serangga, hingga defisiensi unsur hara tertentu secara mikro (seperti gejala kekurangan Nitrogen, Kalium, atau Fosfat).

4. Sistem saat ini telah mampu mengestimasi jumlah helai daun (Leaf Counting) melalui segmentasi Watershed. Untuk penelitian selanjutnya, data jumlah daun ini dapat digabungkan dengan parameter usia tanam (HST - Hari Setelah Tanam) untuk menciptakan model AI yang mampu mendeteksi tingkat pertumbuhan (Growth Rate) dan memprediksi waktu panen kangkung.
5. Mengingat karakteristik sensor pH dan TDS analog sangat rentan mengalami pergeseran nilai baca (*drift phenomenon*) akibat paparan mineral larutan nutrisi secara terus-menerus, disarankan untuk menyematkan modul "panduan kalibrasi mandiri berpanduan" atau algoritma kompensasi otomatis berbasis perangkat lunak di dalam menu pengaturan aplikasi Flutter.
6. Evaluasi dampak motivasional elemen gamifikasi dalam penelitian ini masih terbatas pada satu siklus tanam jangka pendek. Diperlukan adanya pengujian perilaku pengguna dalam durasi waktu yang lebih panjang (*longitudinal study*) untuk menganalisis apakah efek psikologis dari sistem *reward* (Koin dan EXP) ini tetap konsisten mempertahankan retensi minat merawat tanaman secara stabil hingga melewati masa panen yang berkali-kali.

7. Pengembangan arsitektur di masa mendatang diwajibkan untuk mengimplementasikan mekanisme penanganan kegagalan jaringan (Fault Tolerance) berkonsep Store-and-Forward. ESP32 dapat diprogram untuk memanfaatkan memori internal (SPIFFS/LittleFS) atau modul SD Card eksternal sebagai penyimpanan data sensor sementara (data caching) ketika koneksi internet terputus (Offline Mode). Data historis tersebut kemudian ditransmisikan secara agregat ke Firebase seketika setelah konektivitas jaringan pulih, guna mencegah terjadinya kekosongan data (data loss) pada riwayat pemantauan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, R., Martinez, P., & Ahmad, R. (2023). **Automated Visual Identification of Foliage Chlorosis in Lettuce Grown in Aquaponic Systems.** *Agriculture*, 13(3), 615. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030615>
- Akbar, R., & Mukhtar, M. (2020). **Perancangan E-Tracer Study berbasis Sistem Cerdas.** *Jurnal SISFOKOM (Sistem Informasi dan Komputer)*, 9(1), 8-12. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v9.i1.631>
- Akbar, Z., Suwondo, A., Ramadhan, R., & Hasugian, A. H. (2025). **Deteksi Warna Dasar Menggunakan Metode Thresholding HSV dengan OpenCV.** *Neptunus: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 3(3), 256-264. <https://doi.org/10.61132/neptunus.v3i3.1020>
- Alviana, S., Nugraha, R. D., & Kurniawan, B. (2024). **Plant Nutrition Monitoring System for Water Spinach Based on Internet of Things.** *International Journal of Informatics Information System and Computer Engineering*, 5(2), 146-151.
- Aminah, I. S., Rosmiah, Hawalid, H., Yuningsih, L., & Helmizuryani. (2020). **Penyuluhan Budidaya Tanaman Sayur Kangkung (*Ipomoea reptans*) Melalui Sistem Hidroponik di Kelurahan Alang-Alang Lebar Kota Palembang.** *ALTIFANI: International Journal of Community Engagement*, 1(1), 46-50.
- Anindya, Y., Aulia, N. P. C., Sari, C. M. P., & Alfaro, C. (n.d.). **HYDROGAMI: Integration of IoT and Gamification on Hydroponic Plants.** Polibatam PBL Internal Project Exhibit. https://pbl.polibatam.ac.id/pamerin/detail.php?title=hydrogami-integration-of-iot-and-gamification-on-hydroponic-plants&id=MzM0Mw==&ta=Ng==&id_tim=NDEzNA==

- Asadudin, D., Anbiya, L., Arsitalia, M., & Mahfut. (2024). **The Impact of Drought Stress on The Growth of Water Spinach (*Ipomea Reptans Poir*)**. *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 11(1), 37-40.
<https://doi.org/10.25273/florea.v11i1.21188>
- Badan Pusat Statistik. (2023). **Produksi Tanaman Sayuran 2023**. (Data diolah dari laporan capaian produksi sayuran Indonesia).
- Bagas, M. (2024). **Penerapan regresi linier pada model alat pemantauan suhu dan kelembaban pada ruangan berbasis Internet of Things (IoT)** (Tugas akhir, Universitas Semarang).
- Basnayake, R. N. I., & Gajendrasinghe, G. M. S. C. (2026). **Human-In-The-Loop AI for Precision Agriculture Scoping Review**. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS)*, 15(2). <https://doi.org/10.51583/IJLTEMAS.2026.15020000061>
- Chicco, D., Warrens, M. J., & Jurman, G. (2021). The coefficient of **determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation**. *PeerJ Computer Science*, 7, e623.
- Efendi, A., Ammarullah, M. I., Isa, I. G. T., Sari, M. P., Izza, J. N., Nugroho, Y. S., Nasrullah, H., & Alfian, D. (2025). **IoT-Based Elderly Health Monitoring System Using Firebase Cloud Computing**. *Health Science Reports*, 8(3), 1-19.
<https://doi.org/10.1002/hsr2.70498>
- Fu, W., Chen, Z., Cheng, Q., Li, Y., Zhai, W., Ding, F., Kuang, X., Chen, D., & Duan, F. (2025). Maize leaf area index estimation based on machine learning algorithm and computer vision. *Agriculture*, 15(1272), 1-22.
<https://doi.org/10.3390/agriculture15121272>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? - A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *In Proceedings of the 47th Hawaii*

International Conference on System Sciences, Hawaii, USA, 3025-3034.

<https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>

Hanafi, A. M., Hussien, S. A., Elnahal, D. H., Ahmed, S. E. H., Salem, M. A., Zainhum, A. R., ... & Abdel Sattar, Y. S. (2025). Revolutionizing Agriculture with IoT, Mobile Apps, and Computer Vision in Automated Hydroponic Greenhouses. *International Journal of Engineering and Applied Sciences-October 6 University*, 2(1), 1-16.

Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, 23(15), 6739. <https://doi.org/10.3390/s23156739>

Ilham, M. Y., Wulanningrum, R., Farida, I. N., & Widyadara, M. A. D. (2023). Penerapan Sistem Cerdas Klasifikasi Citra Telapak Tangan Dengan Metode Naïve Bayes. *Jurnal SimanteC*, 11(2), 139-146.

Kamil, M., Lokapitasari B., P. L., & Ilmawan, L. B. (2023). Implementasi Framework Flutter Pada Rancang Bangun Aplikasi Konsultasi Dokter Hewan. *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam*, 4(4), 296-305.

Keller, J. M., Krishnapuram, R., Gader, P. D., & Choi, Y.-S. (n.d.). Fuzzy Rule-Based Models in Computer Vision. *Computer Engineering and Computer Science Department, University of Missouri-Columbia*.

Kumari, K., & Yadav, S. (2018). **Linear regression analysis study**. *Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences*, 4(1), 33-36.

Lakshmanan, R., Djama, M., Selvaperumal, S. K., & Abdulla, R. (2020). **Automated smart hydroponics system using internet of things**. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 10(6), 6389-6398.

Li, C., Adhikari, R., Yao, Y., Miller, A. G., Kalbaugh, K., Li, D., & Nemali, K. (2020). **Measuring plant growth characteristics using smartphone based image**

- analysis technique in controlled environment agriculture.** *Computers and Electronics in Agriculture*, 168, 105123.
- Li, M., Liao, Y., Lu, Z., Sun, M., & Lai, H. (2023). **Non-destructive monitoring method for leaf area of Brassica napus based on image processing and deep learning.** *Frontiers in Plant Science*, 14(1163700), 1-13.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1163700>
- Madusari, S., Astutik, D., Sutopo, A., & Handini, A. S. (2020). **Inisiasi Teknologi Hidroponik Guna Mewujudkan Ketahanan Pangan Masyarakat Pesantren.** *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik (Jpmt)*, 2(2), 45–52.
<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/JPMT/article/view/6142/3981>
- Malakar, C., & Choudhury, P. P. N. (2015). **Pharmacological potentiality and medicinal uses of Ipomoea aquatica Forsk:** A review. *S.S. College Institutional Biotech Hub Journal*, 8(2), 60-63.
- Manek, M. P., Pareira, M. S., & Tuas, M. A. (2025). **Optimalisasi Pemberian Pupuk Organik Cair untuk Pertumbuhan Tanaman Kangkung (Ipomea sp.) dengan Sistem Hidroponik.** *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 213-227.
<https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i1.269>
- Maria, E., Yulianto, Arinda, Y. P., Jumiatty, & Nobel, P. (2018). **Segmentasi citra digital bentuk daun pada tanaman di Politani Samarinda menggunakan metode thresholding.** *JURTI (Jurnal Teknologi Informasi)*, 2(1), 37-46.
- McC Campbell, M. (2022). **Agricultural digitalization and automation in low- and middle-income countries: Evidence from ten case studies (FAO Agricultural Development Economics Technical Study No. 25).** Food and Agriculture Organization of the United Nations.
<https://www.fao.org/economic/esa/technical-studies>

- Meraj, T., Sharif, M. I., Raza, M., Alabrah, A., Kadry, S., & Gandomi, A. H. (2023). **Computer vision-based plants phenotyping: A comprehensive survey.** *iScience*, 27(1), 108709. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.108709>
- Miller, T., Mikiciuk, G., Durlik, I., Mikiciuk, M., Łobodzińska, A., & Śnieg, M. (2025). **The IoT and AI in Agriculture: The Time Is Now A Systematic Review of Smart Sensing Technologies.** *Sensors*, 25(12), 3583. <https://doi.org/10.3390/s25123583>
- Mu, Y., He, K., Shi, P., Wang, L., Deng, L., Shi, Z., Liu, M., & Niklas, K. J. (2024). **Comparison between computer recognition and manual measurement methods for the estimation of leaf area.** *Annals of Botany*, 134(3), 501–510. <https://doi.org/10.1093/aob/mcae090>
- Navulur, S., et al. (2017). **Agricultural management through wireless sensors and internet of things.** *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 7(6), 3492-3499.
- Nurkhofifah, I., Sastra, S. F. D., Husniatunnisa, Lubis, K., & Situmorang, N. (2025). **Aspek Etika dalam Pembuatan Nutrisi Hidroponik untuk Kangkung (Ipomoea aquatica).** *Journal of Natural Sciences (IONAS)*, 6(1), 71-77. <https://doi.org/10.34007/ionas.v6i1.715>
- Oberoi, Z., Peterson, N., Vyas, S., & Girvetz, E. (2023). **Gamification in agriculture: A scoping study on opportunities and challenges.** Diversification in East and Southern Africa. <https://cgspace.cgiar.org/bitstreams/8a125f17-6066-43c4-ab17-cd435d61ffa6/download>
- Ouhami, M., Hafiane, A., Es-Saady, Y., El Hajji, M., & Canals, R. (2021). **Computer vision, IoT and data fusion for crop disease detection using machine learning: A survey and ongoing research.** *Remote Sensing*, 13(13), 2486.

- Patil, S. B., & Bodhe, S. K. (2011). **Leaf Disease Severity Measurement Using Image Processing**. *International Journal of Engineering and Technology*, 3(5), 297-301.
- Pratama, N., Anrahvi, R., & Stevani. (2024). **Penerapan Metode System Usability Scale (SUS) dalam Mengukur Kepuasan Mahasiswa terhadap Website Direktori Akademik**. *IJBEM: Indonesian Journal of Business Economics and Management*, 3(2), 74-80.
- Putra, L. D., Hidayat, F. N., Izzati, I. N., & Ramadhan, M. A. (2024). **Penerapan gamifikasi untuk meningkatkan motivasi dan kolaborasi pada siswa sekolah dasar**. *Alacrity: Journal of Education*, 4(3), 131-139.
<http://lppipublishing.com/index.php/alacrity>
- Putra, S. D., Ambarwari, A., Asrowardi, I., & Jaya, M. H. I. S. (2024). **Vision-based object detection for efficient monitoring in smart hydroponic systems**. In *Proceedings of the International Conference on Applied Science and Technology on Engineering Science 2023 (iCAST-ES 2023)*. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-364-1_40
- Reza, M. N., Chowdhury, M., Islam, S., Kabir, M. S. N., Park, S. U., Lee, G. J., ... & Chung, S. O. (2023). **Leaf area prediction of pennywort plants grown in a plant factory using image processing and an artificial neural network**. *Horticulturae*, 9(12), 1346.
- Ridho, M. (2020). **Teori motivasi McClelland dan implikasinya dalam pembelajaran PAI**. *Palapa: Jurnal Studi Keislaman dan Ilmu Pendidikan*, 8(1), 1-16.
<https://doi.org/10.36088/palapa.v8i1.706>
- Rinaldo, A. P., & Octaviano, A. (2022). **Rancang Bangun Alat Kontrol Air Otomatis dengan Pendeteksian Tingkat Nutrisi dan PH Air pada Tanaman Hidroponik**. *Future Energy in Artificial Intelligence Perspective*, 6(3), 234-242.
- [suspicious link removed]

- Rismayanti, R., Rayhan, M. A., El Adzim, Q. K., & Fatihah, L. A. (2023). **Pengaruh motivasi instrinsik dan motivasi ekstrinsik terhadap proses pembelajaran mahasiswa Universitas Pendidikan Indonesia.** *Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 2(2), 251-261. <http://jurnal.minartis.com/index.php/jpst/>
- Rizka, Nasution, S., Aulia, F., & Supiyandi. (2025). **Penerapan Metode Segmentasi Warna HSV untuk Deteksi Objek Berbasis Warna pada Citra Digital.** *Router: Jurnal Teknik Informatika dan Terapan*, 3(4), 11-24. <https://doi.org/10.62951/router.v3i4.706>
- Roberto, K. (2005). **How-to hydroponics.** Futuregarden, Inc.
- Rofiansyah, W., Zaliany, F. R., La Ito, F. A., Wijayanto, I., Ryanu, H. H., & Irawati, I. D. (2025). **IoT-based control and monitoring system for hydroponic plant growth using image processing and mobile applications.** *PeerJ. Computer science*, 11, e2763. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2763>
- Rohman, N., & Suryawan, F. (2025). **Monitoring and Control of Nutrient Feed and Environmental Condition of Hydroponic Vegetable Plants.** *Engineering Proceedings*, 84(1), 81. <https://doi.org/10.3390/engproc2025084081>
- Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). **The internet of things: An overview.** *The internet society (ISOC)*, 80(15), 1-53.
- Sakamoto, M., & Suzuki, T. (2024). **N-Acetylcysteine Mitigates Oxidative Stress Induced by Transplanting Lettuce Seedlings into a DFT Hydroponic System.** *Agronomy*, 14(9), 2112. <https://doi.org/10.3390/agronomy14092112>
- Samanta, S., Pratihari, S., & Chatterji, S. (2025). **Precise and Quantitative Chlorosis Severity Assessment Framework (PQCSAF) using evolutionary superpixels.** *Scientific Reports*, 15(37268). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-21179-z>
- Sambo, P., Nicoletto, C., Giro, A., Pii, Y., Valentinuzzi, F., Mimmo, T., ... & Cesco, S. (2019). **Hydroponic solutions for soilless production systems: issues and**

- opportunities in a smart agriculture perspective.** *Frontiers in Plant Science*, 10, 923.
- Sihombing, P., et al. (2018). **Automated hydroponics nutrition plants system using Arduino Uno microcontroller based on Android.** *Journal of Physics: Conference Series*, 978, 1–6.
- Supriadi, D., & T., T. (2021). **Rancang Bangun Alat Pengatur Nutrisi Hydroponic Deep Flow Technique (DFT) Berbasis Internet of Things (IoT).** *Jurnal TEDC*, 15(2), 180-188. <http://ejournal.polteknedc.ac.id/index.php/tedc/article/view/489>
- Suputra, P. I. M. (2023). **Teori belajar behavioristik dalam pembelajaran.** *Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 2(2), 332-336. <http://jurnal.minartis.com/index.php/jpst/>
- Tayal, S., & Rajagopal, K. (2024). **A Systematic Review on Agriculture Gamification for Climate Change.** *TEM Journal*, 13(4), 2969-2976. <https://doi.org/10.18421/TEM134-31>
- Triantafyllou, S., & Georgiadis, C. (2022). **Gamification Design Patterns for user engagement.** *Informatics in Education*.
- Tsaftaris, S. A., Li, Z., & Chawade, A. (2021). **Computer vision and machine learning for plant phenotyping: Advances, challenges, and opportunities.** *Frontiers in Plant Science*, 12, 575751. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.575751>
- Ullo, S. L., & Sinha, G. R. (2021). **Advances in IoT and smart sensors for remote sensing and agriculture applications.** *Remote Sensing*, 13(13), 2585. <https://www.mdpi.com/2072-4292/13/13/2585>
- Wang, Y., Wu, M., & Shen, Y. (2024). **Identifying the Growth Status of Hydroponic Lettuce Based on YOLO-EfficientNet.** *Plants*, 13(3), 372. <https://doi.org/10.3390/plants13030372>
- Wijaya, P. R., Akrah, A., & Wibawa, I. G. L. (2025). **Analisis Pendapatan Sayur Kangkung Hidroponik Sistem Deep Flow Technique (DFT) di PT. Nina**

Agro Jaya. *Jurnal Pembangunan Agribisnis (Journal of Agribusiness Development)*, 4(3), 319.

<http://jurnal.faperta.untad.ac.id/index.php/jpa/article/view/2797/2746>

Yang, W., Wang, S., Zhao, X., Zhang, J., & Feng, J. (2015). **Greenness identification based on HSV decision tree.** *Information Processing in Agriculture*, 2(3), 149-160.

Yulina, H. (2019). **Extension of hydroponic plant cultivation in kalensari village, Widasari Sub-district, Indramayu District.** *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(2), 112-124.

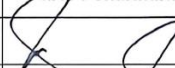
Zulkifli, Rosnina, Khaidir, Martina, & Riani. (2023). **Budidaya Hidroponik Tanaman Kangkung dengan Sistem NFT Bagi Masyarakat Desa Lancang Garam Kecamatan Banda Sakti Kota Lhokseumawe.** *Jurnal Malikussaleh Mengabdi*, 2(1), 177-187. <https://ojs.unimal.ac.id/index.php/jmm/article/view/9166/4673>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Berita Acara Bimbingan

	STMIK PPKIA PRADNYA PARAMITA MALANG	
	FORMULIR BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI/TA/TPK	KODE FORM : FM-BAAK-023-3 REVISI : 00 TANGGAL : 20 Juli 2010

1. Nama : Rizky Fajar Maulana
 2. NIM : 22.52.0008
 3. Program Studi : S1 Teknologi Informasi
 4. Judul Laporan : Implementasi Kamifikasi dan Uji Komputer Pada Sistem
Monitoring Hidroponik Berbasis IoT untuk Tanaman
Kangkung (Ipomoea aquatica f.)

No.	Tanggal Konsultasi	Keterangan	Para Pembimbing
1.	15 Nov 2025	Judul dan Penulisan Bab 1	
2.	18 Nov 2025	Koreksi Latar Belakang Bab 1	
3.	24 Nov 2025	Koreksi Ayakan, Rumusan, dan manfaat Bab 1	
4.	1 Des 2025	Koreksi Bab 2	
5.	5 Des 2025	Penulisan Bab 3	
6.	15 Jan 2026	Koreksi Riset Komputer Bab 3	
7.	18 Apr 2026	Koreksi Bab 4	
8.	25 Mei 2026	Koreksi Bab 5	

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Malang, 12.1.2026
Pembimbing I & II



Lampira 1 Berita Acara Bimbingan

	STMIK PPKIA PRADNYA PARAMITA MALANG	
	FORMULIR BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI/TA/TPK	
	KODE FORM : FM-BAK-023-3	
	REVISI : 00	
	TANGGAL : 20 Juli 2010	

1. Nama : Rizky Fajar Maulana
 2. NIM : 22.52.0002
 3. Program Studi : SI Teknologi Informasi
 4. Judul Laporan : Implementasi Gamifikasi dan Nsi komputer pada Sistem Monitoring Hidroponik Berbasis IoT untuk Tanaman kangkung (Ipomoea aquatica F.)

No.	Tanggal Konsultasi	Keterangan	Paraf Pembimbing
1	15 Jun 2026	Perbaikan penulisan bab 2 & 3	
2	16 Apr 2026	Format penulisan bab 4	
3	2 Mei 2026	Revisi bab 4	
4	4 Mei 2026	Acc bab 4. Konsultasi b.5	
5	9 Mei 2026	Acc bab 5	

Mengetahui,
 Ketua Program Studi



Malang, 9.5.2026
 Pembimbing I / II

 Denny Wahyu W, skem, mngi

Lampiran 2 Data Mentah Hasil Kuesioner *System Usability Scale* (SUS) Aplikasi Bitleaf

Berikut merupakan data mentah (*raw data*) yang diperoleh dari penyebaran kuesioner *System Usability Scale* (SUS) kepada 15 responden untuk menguji tingkat kebergunaan (*usability*) antarmuka aplikasi Bitleaf. Penilaian menggunakan Skala Likert dengan rentang 1 (Sangat Tidak Setuju) hingga 5 (Sangat Setuju).

No	Nama Responden	Usia	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	Nursadilla	53	5	1	5	4	5	1	4	1	4	4
2	Heru	61	4	1	5	3	4	1	4	1	5	5
3	Marinah	47	5	4	4	4	5	1	4	1	4	4
4	Davina Putri Azizah	13	5	1	5	2	5	1	4	1	5	3
5	Prabu Agus Putra	16	5	1	5	1	5	1	5	1	3	1
6	Yanti Astuti	50	4	2	5	5	5	2	3	1	5	4
7	Bagus Sandika Wijaya	21	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1
8	Ayis Maulana	22	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
9	Muhammad Fiuz	18	4	2	5	2	5	1	4	1	5	1
10	Hilbram Firdaus	20	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1
11	Doel Tarmuji	36	5	2	5	3	1	1	4	1	4	3
12	Udin Penyok	25	5	1	4	1	5	1	5	1	5	2
13	Zahra Azka Pertiwi	17	5	1	5	2	4	1	5	1	5	2
14	Billa Dwi Sartika	18	5	2	5	1	5	1	4	1	4	1
15	Romli Jaran	34	4	2	5	3	5	2	5	1	5	2

Lampiran 3 Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP

Rizky Fajar Maulana dilahirkan pada tanggal 2 Mei 2004. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Heru Purwanto dan Ibu Nursadillah. Penulis memulai pendidikan formalnya di SD Negeri 3 Pujon Lor (2010–2016), melanjutkan ke SMP Negeri 1 Pujon (2016–2019), dan kemudian menempuh pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Ngantang (2019–2022). Seluruh jenjang pendidikan dasar hingga menengah tersebut berhasil diselesaikannya dengan predikat lulusan kehormatan. Pada tahun 2022, penulis resmi diterima sebagai mahasiswa program studi S1 Teknologi Informasi di STMIK PPKIA Pradnya Paramita (STIMATA) Malang.

Selama masa perkuliahan, penulis dikenal sebagai pribadi yang sangat aktif berdinamika dalam berbagai kegiatan internal maupun eksternal kampus. Beberapa amanah strategis yang pernah diemban oleh penulis antara lain menjabat sebagai Presiden *English Club* STIMATA, Panitia Penyelenggara (*Organizer*) Dies Natalis STIMATA, Menteri Komunikasi pada Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM), serta jajaran Komisi Aspirasi di Majelis Permusyawaratan Mahasiswa (MPM). Di samping kesibukan berorganisasi, penulis juga senantiasa mengasah kompetensi akademisnya dengan memenangkan beberapa perlombaan di tingkat internal kampus serta berpartisipasi aktif pada berbagai ajang kompetisi eksternal.

Di luar kehidupan akademis dan organisasi mahasiswa, penulis merupakan seorang penggiat di dunia kreatif. Penulis secara profesional aktif sebagai ilustrator digital dengan fokus pada gaya seni *contemporary anime*. Lebih jauh lagi, penulis juga giat mendalami minatnya di dalam industri kreatif pengembangan *game*, serta tekun bereksperimen menciptakan berbagai proyek kecil rancangannya sendiri.

Berkat dedikasi, akumulasi dari berbagai pengalaman berharga, serta iringan doa dan dukungan yang tak terhingga dari kedua orang tua dan orang-orang terdekatnya, penulis akhirnya mampu menyatukan berbagai ide kreatif dan kemampuan teknisnya. Hal ini bermuara pada pengembangan dan penyelesaian tugas akhir skripsi yang berjudul "Implementasi Gamifikasi dalam Sistem Cerdas Berbasis IoT untuk Monitoring Hidroponik Tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatica* F.)